

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年12月 6日
Date of Application:

出願番号 特願2002-355271
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2002-355271]

出願人 富士通株式会社
Applicant(s):

2003年 7月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫

出証番号 出証特2003-3057873

【書類名】 特許願

【整理番号】 0241365

【提出日】 平成14年12月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 3/18

【発明の名称】 光半導体装置及びその駆動方法

【請求項の数】 10

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 佐藤 嘉洋

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100087479

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 北野 好人

【選任した代理人】

 【識別番号】 100114915

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三村 治彦

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 003300

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0012600

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光半導体装置及びその駆動方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 導電型の半導体基板上に形成され、電流注入により光を発生する活性層と、前記活性層との間に第 2 導電型の間層を介して形成され、電流注入により発振波長を変化するチューニング層と、前記活性層及び前記チューニング層の近傍に形成された回折格子とを有する複数の光発振素子を備えた光発振部と、

前記活性層又は前記チューニング層に注入された電流を任意の前記光発振素子の前記中間層から選択的に引き出す電流引き出し手段と

を有することを特徴とする光半導体装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の光半導体装置において、

前記電流引き出し手段は、前記複数の光発振素子の前記中間層の基準電位への接続をそれぞれ切り替える複数のスイッチを有する

ことを特徴とする光半導体装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の光半導体装置において、

前記半導体基板の上面側に形成された電極を介して、前記複数の光発振素子の前記活性層又は前記チューニング層に電流を注入する第 1 の電流注入手段を更に有する

ことを特徴とする光半導体装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の光半導体装置において、

前記第 1 の電流注入手段は、電源と、前記複数の光発振素子の前記活性層又は前記チューニング層を前記電源に並列に接続する配線とを有する

ことを特徴とする光半導体装置。

【請求項 5】 請求項 4 記載の光半導体装置において、

前記第 1 の電源注入手段は、前記複数の配線のそれぞれに設けられた複数のスイッチを更に有する

ことを特徴とする光半導体装置。

【請求項 6】 請求項 2 記載の光半導体装置において、

電源と、前記複数の光発振素子の前記活性層又は前記チューニング層を電源に並列に接続する複数の配線と、前記複数の配線にそれぞれ設けられ、前記電流引き出し手段の前記複数のスイッチと連動して動作する複数のスイッチとを有し、前記半導体基板の上面側に形成された電極を介して任意の前記光発振素子の前記活性層又は前記チューニング層に電流を注入する第 1 の電流注入手段を更に有する

ことを特徴とする光半導体装置。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の光半導体装置において、

前記半導体基板上に形成され、電流注入により光を増幅する活性層を有し、前記光発振部により発生した光を増幅する光増幅部を更に有する

ことを特徴とする光半導体装置。

【請求項 8】 第 1 導電型の半導体基板上に形成され、電流注入により光を発生する活性層と、前記活性層との間に第 2 導電型の間層を介して形成され、電流注入により発振波長を変化するチューニング層と、前記活性層及び前記チューニング層の近傍に形成された回折格子とを有する複数の光発振素子を有する光半導体装置の駆動方法であって、

前記複数の光発振素子のうちから選択した一の前記光発振素子の前記中間層を基準電位に接続し、他の前記光発振素子の前記中間層をフローティングにした状態で、前記複数の光発振素子の前記活性層及び前記チューニング層に電流を注入する

ことを特徴とする光半導体装置の駆動方法。

【請求項 9】 第 1 導電型の半導体基板上に形成され、電流注入により光を発生する活性層と、前記活性層との間に第 2 導電型の間層を介して形成され、電流注入により発振波長を変化するチューニング層と、前記活性層及び前記チューニング層の近傍に形成された回折格子とを有する複数の光発振素子を有する光発振部と、

前記半導体基板の上面側に形成された電極を介して、前記複数の光発振素子の前記活性層又は前記チューニング層に電流を注入する第 1 の電流注入手段と、

前記半導体基板の下面側に形成された電極を介して、前記複数の光発振素子の前記チューニング層又は前記活性層に電流を注入する第 2 の電流注入手段と、

前記複数の光発振素子の前記中間層のそれぞれを基準電位に接続する複数の配線と、前記複数の配線のそれぞれに設けられた複数のスイッチとを有する電流引き出し手段と

を有する光半導体装置の駆動方法であって、

前記複数のスイッチのうちのいずれか一の前記スイッチを閉じ、他の前記スイッチを開いた状態で、前記第 1 の電流注入手段及び前記第 2 の電流注入手段により電流を注入する

ことを特徴とする光半導体装置の駆動方法。

【請求項 1 0】 第 1 導電型の半導体基板上に形成され、電流注入により光を発生する活性層と、前記活性層との間に第 2 導電型の中間層を介して形成され、電流注入により発振波長を変化するチューニング層と、前記活性層及び前記チューニング層の近傍に形成された回折格子とを有する複数の光発振素子を有する光発振部と、

第 1 の電源と、前記複数の光発振素子の前記活性層又は前記チューニング層を前記第 1 の電源に並列に接続する複数の第 1 の配線と、前記複数の第 1 の配線にそれぞれ設けられた複数の第 1 のスイッチとを有し、前記半導体基板の上面側に形成された電極を介して任意の前記光発振素子の前記活性層又は前記チューニング層に電流を注入する第 1 の電流注入手段と、

第 2 の電源を有し、前記半導体基板の下面側に形成された電極を介して、前記複数の光発振素子の前記チューニング層又は前記活性層に電流を注入する第 2 の電流注入手段と、

前記複数の光発振素子の前記中間層のそれぞれを基準電位に接続する複数の第 2 の配線と、前記複数の第 2 の配線のそれぞれに設けられた複数の第 2 のスイッチとを有する電流引き出し手段と

を有する光半導体装置の駆動方法であって、

前記複数の光発振素子のうちのいずれか一の前記光発振素子に接続する前記第 1 の配線及び前記第 2 の配線に設けられた前記第 1 のスイッチ及び前記第 2 のス

スイッチを閉じ、他の前記光発振素子に接続する前記第 1 の配線及び前記第 2 の配線に設けられた前記第 1 のスイッチ及び前記第 2 のスイッチを開いた状態で、前記第 1 の電源及び前記第 2 の電源を駆動して、前記複数の光発振素子のうちの 1 の前記光発振素子を駆動する

ことを特徴とする光半導体装置の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光半導体装置及びその駆動方法に係り、特に、広い波長可変範囲を有するとともに高い光出力を得ることができる光半導体装置及びその駆動方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

現在、大容量光通信ネットワークの基幹伝送系では、光信号を波長軸上で多重化することにより伝送容量の向上を図る波長分割多重（WDM：Wavelength Division Multiplexing）方式が用いられている。WDM方式では、多重数を増大するためには光源となる半導体レーザの個数を増加する必要がある。同時に、バックアップ用光源も同数以上必要となり、品種数の増加から在庫管理が煩雑になる。

【0 0 0 3】

このような背景から、発振波長を可変しうる波長選択光源を用いて管理を簡素化することが望まれている。WDM方式に用いる波長選択光源としては、連続的な波長可変幅が広いことが要求されている。

【0 0 0 4】

波長選択光源としては、これまでに様々な波長選択レーザが提案されている。例えば、DFBレーザやDBRレーザを用い温度を制御することにより発振波長を変化するタイプや、DBRレーザのチューニング領域に流す電流値を制御することにより発振波長を変化するタイプが知られている。また、DBRタイプでフィルタ機能を持ったGCSR-DBRレーザや、部分回折格子パターンの変調に

よる S G / S S G - D B R レーザが知られている。しかしながら、これらレーザ光源は、波長可変時に大きな光出力を得ることができない、連続的に波長を可変できる範囲が数 n m と狭く波長制御が複雑である、モードホッピングにより不連続な波長可変になる、等の欠点があった。

【 0 0 0 5 】

このような中で、チューナブルツインガイド D F B レーザ（以下、T T G - D F B レーザという）は、連続的な波長の可変幅が 8 n m 程度と比較的広く、波長可変方法が単純であるという特徴を有している。T T G - D F B レーザは、例えば特許文献 1 及び特許文献 2 に記載されている。

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】

特開平 7 - 1 3 1 1 2 1 号公報

【特許文献 2】

特開平 7 - 3 2 6 8 2 0 号公報

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

上述の通り、T T G - D F B レーザは、連続的で比較的広い波長可変範囲を有するとともに、波長可変制御方法が容易であるという特徴を備えており、他のレーザに比べて魅力的である。しかしながら、T T G - D F B レーザも他のレーザと同様、波長を短波長側へ可変するために波長チューニング層に電流を注入することにより、レーザの内部損失が増加し、光出力が大きく減少するという欠点を有している。

【 0 0 0 8 】

これについては、活性層に更に電流を注入して減少した光出力を補償する手段もある。しかしながら、これは同時に活性層温度、つまりは素子温度の上昇を招き発振波長は長波長側へシフトする逆の効果が働くため、結果的に波長可変幅を減少させることになる。また、この温度上昇による波長のずれを波長チューニング電流で再度制御する必要があり、波長可変方法が複雑になってしまう。

【 0 0 0 9 】

特許文献2には、TTG-DFBレーザ、光位相調整器、光強度調整器、反射ミラーを集積した光半導体装置が開示されている。特許文献2では、光位相調整器及び光強度調整器からの戻り光を調節することにより、TTG-DFBレーザ内部における吸収損失を補っている。しかしながら、特許文献2に記載の方法は、制御が容易であるとはいえない。また、利得を持つ光素子の集積構造ではないため、光出力に関する大幅な増加は期待できなかった。

【0010】

このように、上記従来の光半導体装置では、広い波長可変範囲を持ちながら高い光出力を実現することは困難であり、両者を同時に達成しうる光半導体装置が望まれていた。

【0011】

本発明の目的は、安定動作が可能で、広い波長可変範囲を有するとともに高い光出力を得ることができる光半導体装置及びその駆動方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的は、第1導電型の半導体基板上に形成され、電流注入により光を発生する活性層と、前記活性層との間に第2導電型の間層を介して形成され、電流注入により発振波長を変化するチューニング層と、前記活性層及び前記チューニング層の近傍に形成された回折格子とを有する複数の光発振素子を備えた光発振部と、前記活性層又は前記チューニング層に注入された電流を任意の前記光発振素子の前記中間層から選択的に引き出す電流引き出し手段とを有することを特徴とする光半導体装置により達成される。

【0013】

また、上記目的は、第1導電型の半導体基板上に形成され、電流注入により光を発生する活性層と、前記活性層との間に第2導電型の間層を介して形成され、電流注入により発振波長を変化するチューニング層と、前記活性層及び前記チューニング層の近傍に形成された回折格子とを有する複数の光発振素子を有する光半導体装置の駆動方法であって、前記複数の光発振素子のうちから選択した一

の前記光発振素子の前記中間層を基準電位に接続し、他の前記光発振素子の前記中間層をフローティングにした状態で、前記複数の光発振素子の前記活性層及び前記チューニング層に電流を注入することを特徴とする光半導体装置の駆動方法により達成される。

【0014】

また、上記目的は、第1導電型の半導体基板上に形成され、電流注入により光を発生する活性層と、前記活性層との間に第2導電型の中間層を介して形成され、電流注入により発振波長を変化するチューニング層と、前記活性層及び前記チューニング層の近傍に形成された回折格子とを有する複数の光発振素子を有する光発振部と、前記半導体基板の上面側に形成された電極を介して、前記複数の光発振素子の前記活性層又は前記チューニング層に電流を注入する第1の電流注入手段と、前記半導体基板の下面側に形成された電極を介して、前記複数の光発振素子の前記チューニング層又は前記活性層に電流を注入する第2の電流注入手段と、

前記複数の光発振素子の前記中間層のそれぞれを基準電位に接続する複数の配線と、前記複数の配線のそれぞれに設けられた複数のスイッチとを有する電流引き出し手段とを有する光半導体装置の駆動方法であって、前記複数のスイッチのうちのいずれか一の前記スイッチを閉じ、他の前記スイッチを開いた状態で、前記第1の電流注入手段及び前記第2の電流注入手段により電流を注入することを特徴とする光半導体装置の駆動方法により達成される。

【0015】

また、上記目的は、第1導電型の半導体基板上に形成され、電流注入により光を発生する活性層と、前記活性層との間に第2導電型の中間層を介して形成され、電流注入により発振波長を変化するチューニング層と、前記活性層及び前記チューニング層の近傍に形成された回折格子とを有する複数の光発振素子を有する光発振部と、第1の電源と、前記複数の光発振素子の前記活性層又は前記チューニング層を前記第1の電源に並列に接続する複数の第1の配線と、前記複数の第1の配線にそれぞれ設けられた複数の第1のスイッチとを有し、前記半導体基板の上面側に形成された電極を介して任意の前記光発振素子の前記活性層又は前記

チューニング層に電流を注入する第 1 の電流注入手段と、第 2 の電源を有し、前記半導体基板の下面側に形成された電極を介して、前記複数の光発振素子の前記チューニング層又は前記活性層に電流を注入する第 2 の電流注入手段と、前記複数の光発振素子の前記中間層のそれぞれを基準電位に接続する複数の第 2 の配線と、前記複数の第 2 の配線のそれぞれに設けられた複数の第 2 のスイッチとを有する電流引き出し手段とを有する光半導体装置の駆動方法であって、前記複数の光発振素子のうちのいずれか一の前記光発振素子に接続する前記第 1 の配線及び前記第 2 の配線に設けられた前記第 1 のスイッチ及び前記第 2 のスイッチを閉じ、他の前記光発振素子に接続する前記第 1 の配線及び前記第 2 の配線に設けられた前記第 1 のスイッチ及び前記第 2 のスイッチを開いた状態で、前記第 1 の電源及び前記第 2 の電源を駆動して、前記複数の光発振素子のうちの一の前記光発振素子を駆動することを特徴とする光半導体装置の駆動方法により達成される。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

[本発明の原理]

本願発明者等は、既に、広い波長可変範囲を有するとともに高い光出力を得ることができる光半導体装置として、TTG-DFBレーザと半導体光増幅器（以下、SOAという）とを一体的に集積したものを提案している。

【 0 0 1 7 】

図 1 は、TTG-DFBレーザとSOAとを一体的に集積した光半導体装置の構造を示す概略断面図である。なお、図 1（a）はメサストライプの延在方向に沿った概略断面図、図 1（b）は図 1（a）のA-A'線断面に沿ったTTGレーザ部の概略断面図、図 1（c）は図 1（a）のB-B'線断面に沿ったSOA部の概略断面図である。

【 0 0 1 8 】

半導体基板 10 上には、TTGレーザ部とSOA部とが設けられている。

【 0 0 1 9 】

TTGレーザ部は、図 1（b）に示すような断面構造を有している。p-I n Pよりなる半導体基板 10 上には、p-I n P層 12 と、p-I n Pよりなる下

部クラッド層 14 と、MQW (Multiple Quantum Well: 多重量子井戸) 活性層 20 と、 n -InP 層よりなる中間層 22 と、InGaAsP 層よりなるチューニング層 24 と、 p -InP 層よりなるクラッド層 25 と、回折格子 28 が形成された InGaAsP 層 26 と、InP 層よりなる埋め込み層 30 とが形成されている。埋め込み層 30、InGaAsP 層 26、チューニング層 24、中間層 22、MQW 活性層 20 及び下部クラッド層 14 は、メサ形状にパターニングされ、メサストライプが形成されている。メサストライプの両側には、 n -InP 層よりなる埋め込み層 38 が形成されている。埋め込み層 30、38 上には、 p -InP 層 40 が形成されている。 p -InP 層 40 上には、 p -InGaAs 層よりなるコンタクト層 42 を介して電極 46 が形成されている。埋め込み層 38 上には、電極 50 が形成されている。半導体基板 10 の下面には、電極 54 が形成されている。 p -InP 層 12、40、埋め込み層 38 の露出面上には、シリコン酸化膜よりなる保護膜 44 が形成されている。

【0020】

SOA 部は、図 1 (c) に示すような断面構造を有している。半導体基板 10 上には、 p -InP 層 12 と、 n -InP 層よりなる下部クラッド層 18 と、MQW 活性層 20 と、 p -InP 層よりなる上部クラッド層 34 が形成されている。上部クラッド層 34、MQW 活性層 20 及び下部クラッド層 18 は、メサ形状にパターニングされ、メサストライプが形成されている。メサストライプの両側には、 n -InP 層よりなる埋め込み層 38 が形成されている。上部クラッド層 34 及び埋め込み層 38 上には、 p -InP 層 40 が形成されている。 p -InP 層 40 上には、 p -InGaAs 層よりなるコンタクト層 42 を介して電極 48 が形成されている。埋め込み層 38 上には、電極 52 が形成されている。 p -InP 層 12、40、埋め込み層 38 の露出面上には、シリコン酸化膜よりなる保護膜 44 が形成されている。

【0021】

また、TTG レーザ部のメサストライプと SOA 部のメサストライプとは、図 1 (a) に示すように、双方のメサストライプが連なるように配置されている。また、TTG レーザ部の MQW 活性層と SOA 部の MQW 活性層とは、共通の半

導体層により構成されている。また、メサストライプの端面には、反射防止膜 56 が形成されている。

【0022】

次に、上記 TTG-DFB レーザと SOA とを一体的に集積した光半導体装置における TTG-DFB レーザの動作について図 1 及び図 2 を用いて説明する。図 2 は上記光半導体装置における TTG レーザの駆動回路を示す概略図である。

【0023】

図 2 に示すように、電極 46 には、配線 58 を介して波長制御用電源 60 が接続され、配線 58 には第 1 のスイッチ 62 が設けられている。電極 54 には、配線 64 を介してレーザ駆動用電源 66 が接続され、配線 54 には第 2 のスイッチ 68 が設けられている。電極 50 は配線 70 を介して接地されている。

【0024】

TTG レーザ部では、第 2 のスイッチ 68 を閉じた状態とし、レーザ駆動用電源 66 により、電極 54 と電極 50 との間に所定の電圧を印加し、電極 54 から電流を注入する。電極 54 から注入された電流は、InP 層 12 及び下部クラッド層 14 を介して MQW 活性層 20 に注入され、中間層 22 及び埋め込み層 38 を介して電極 50 から引き出される。MQW 活性層 20 に発振閾値以上の電流を注入することにより、MQW 活性層 20 で発光した光が回折格子 28 により DFB モードで発振する。

【0025】

同時に、第 1 のスイッチ 62 を閉じた状態とし、波長制御用電源 60 により、電極 46 と電極 50 との間に所定の電圧を印加し、電極 46 から電流を注入する。電極 46 から注入された電流は、p-InP 層 40、埋め込み層 30 及び InGaAsP 層 26 を介してチューニング層 24 に注入され、中間層 22 及び埋め込み層 38 を介して電極 50 から引き出される。チューニング層 24 に電流を注入することにより、プラズマ効果で屈折率が減少し、光導波路層の実効的な屈折

率が減少する。これにより、DFB発振波長は短波長化する。したがって、DFB発振波長は、チューニング層24に注入する電流により制御することができる。

【0026】

また、SOA部では、電極48と電極52との間に所定の電圧を印加し、電極48から電流を注入する。電極48から注入された電流は、p-InP層40及び上部クラッド層34を介してMQW活性層20に注入され、下部クラッド層18及び埋め込み層38を介して電極52から引き出される。MQW活性層20に所定の電流を注入することにより、MQW活性層20内を伝搬する光を増幅することができる。このとき、下部クラッド層18はある程度の厚さを持っているため、電気抵抗を低く保ちながら活性層に電流を注入することができる。

【0027】

したがって、TTGレーザ部における波長可変の制御とSOA部における光増幅の制御とを独立して行うにあたり、SOA部での発熱は抑制され、利得波長の大きな長波化シフトと利得の低下が抑えられ、連続的に広い波長可変幅を持ちながら同時に程度の高い光出力を実現することができる。

【0028】

かかる光半導体装置において、異なる波長可変範囲を有する複数のTTG-DFBレーザをアレイ化することにより、さらに波長可変範囲を拡大することが可能となる。この場合、アレイ化した複数のTTG-DFBレーザは、それぞれ光導波路及び光合波器によりSOAに光学的に接続すればよい。

【0029】

しかしながら、同一の半導体基板に複数のTTG-DFBレーザを単にアレイ化した場合、各TTG-DFBレーザの半導体基板の下面に設けられた電極が半導体基板の下面全域で導通することとなる。このため、アレイ化された複数のTTG-DFBレーザの各々を独立に駆動することが困難となる。したがって、隣接する各TTG-DFBレーザを独立に駆動するためには、隣接するレーザ間を電氣的に分離することが必要となる。

【0030】

同一の半導体基板上にアレイ化した複数のTTG-DFBレーザを電氣的に分離する方法としては、例えば、各TTG-DFBレーザ間を、イオン注入法により半導体基板等に形成した高抵抗領域で分離することが考えられる。

【0031】

図3は、各TTG-DFBレーザ間をイオン注入法による高抵抗領域で分離した場合のアレイ化されたTTG-DFBレーザの構造及びその駆動回路を示す断面図である。図示するように、同一の半導体基板10上に、可変波長範囲の異なるTTG-DFBレーザ72a、72b、72cが並列に設けられている。各TTG-DFBレーザ72a、72b、72cの埋め込み層38は、溝74により電氣的に分離されている。また、各TTG-DFBレーザ72a、72b、72cが形成された領域は、イオン注入法により半導体基板10及びp-InP層12内に形成された高抵抗領域76により電氣的に分離されている。

【0032】

また、各TTG-DFBレーザ72a、72b、72cの電極46は、配線78、78a、78b、78cにより波長制御用電源60に並列に接続されており、各配線78a、78b、78cにはスイッチ80a、80b、80cが設けられている。電極54は、配線82、82a、82b、82cによりレーザ駆動用電源66に並列に接続されており、各配線82a、82b、82cには第2のスイッチ84a、84b、84cが設けられている。電極50は、配線86、86a、86b、86cにより電氣的に並列に接続された後に接地されている。

【0033】

図3に示すように高抵抗領域76を用いて電氣的に分離しつつTTG-DFBレーザ72a、72b、72cをアレイ化することにより、半導体基板10の下面に設けられた各TTG-DFBレーザ72a、72b、72cの電極54は互いに導通することはない。したがって、原理的には、スイッチ82a、82b、82c及びスイッチ84a、84b、84cの開閉により、各TTG-DFBレーザ72a、72b、72cを独立に駆動することが可能となるといえる。

【0034】

しかしながら、TTG-DFBレーザが形成される半導体基板には、一般的に

、100 μ m程度の厚さのものが用いられている。半導体基板の厚さである100 μ mの深さで、イオン注入法により高抵抗領域を形成することは、非常に手間を要する作業となる。さらには、イオン注入法による高抵抗領域の形成が不十分な場合には、アレイ化されたTTG-DFBレーザ間の電氣的な分離が不十分となる。この結果、光半導体装置の信頼性の低下を招くことになる。したがって、イオン注入法により高抵抗領域を形成することによってアレイ化されたTTG-DFBレーザ間を電氣的に分離することは、事実上困難である。

【0035】

また、アレイ化されたTTG-DFBレーザ間を電氣的に分離しうる他の方法として、半絶縁性半導体基板にTTG-DFBレーザをアレイ化することも考えられる。しかしながら、半絶縁性半導体基板を用いた場合には、活性層に電氣的に接続する電極と、チューニング層に電氣的に接続する電極と、中間層に電氣的に接続する電極とを、いずれも基板表面に配置された構造とする必要がある。このため、配線パターンを多層配線化する必要があり、電極形成工程数が増大し、さらには、電極パッド数が増加し、素子寸法の拡大を招く可能性もある。

【0036】

本発明による光半導体装置は、上述した不都合を伴うことなく、アレイ化した各TTG-DFBレーザを独立に駆動することを可能とするものである。これにより、一つのTTG-DFBレーザとSOAとを一体的に集積した光半導体装置と比較して、より広い波長可変範囲での高い光出力を実現することができる。以下、本発明による半導体装置の原理について図4及び図5を用いて説明する。

【0037】

本発明による光半導体装置では、図4に示すように、同一の半導体基板10上に、異なる可変波長範囲を有する複数のTTG-DFBレーザ72a、72b、72cが並列に設けられている。各TTG-DFBレーザ72a、72b、72cの埋め込み層38間には、溝74が設けられており電氣的に分離されている。

【0038】

また、半導体基板10の下面には、各TTG-DFBレーザ72a、72b、72cについて半導体基板10の下面に電極54を設ける代わりに、共通の電極

88が設けられている。

【0039】

半導体基板10の下面に設けられた電極88は、配線82によりレーザ駆動用電源66に接続されている。各TTG-DFBレーザ72a、72b、72cの電極46は、配線78、78a、78b、78cにより波長制御用電源60に並列に接続されている。各TTG-DFBレーザ72a、72b、72cの電極50には、配線86、86a、86b、86cにより電氣的に並列に接続された後に基準電位、例えば接地電位に接続されている。各配線86a、86b、86cには駆動切替スイッチ90a、90b、90cが設けられている。

【0040】

本発明による光半導体装置は、各TTG-DFBレーザ72a、72b、72cの電極50に接続する配線86a、86b、86cのそれぞれに駆動切替スイッチ90a、90b、90cを設けることに主たる特徴の一つがある。すなわち、中間層22を接地するための電極50に接続する配線86a、86b、86cに設けられた駆動切替スイッチ90a、90b、90cの開閉により、アレイ化された複数のTTG-DFBレーザ72a、72b、72cのうちの所望のTTG-DFBレーザの中間層22の電位のみを接地電位とすることができる。すなわち、中間層22から電流を引き出すことができるTTG-DFBレーザを任意に切り替えることが可能となる。これにより、アレイ化されたTTG-DFBレーザ72a、72b、72cのうちの所望のTTG-DFBレーザのみを駆動可能な状態とすることができる。したがって、アレイ化された複数のTTG-DFBレーザ72a、72b、72cのそれぞれを独立に駆動することができる。

【0041】

また、本発明による光半導体装置では、アレイ化されたTTG-DFBレーザ72a、72b、72cを電氣的に分離するために、図3に示す場合と異なり、イオン注入法により高抵抗領域を半導体基板等に形成する必要がない。また、MQW活性層20に電流を注入するための電極をアレイ化されたTTG-DFBレーザ毎に形成する必要がなく、半導体基板の下面に形成した電極を共通電極として用いることができる。このように、本発明による光半導体装置におけるレーザ

アレイの構造は、非常に簡単な構造となっており、通常の半導体プロセスを用いて容易に製造することもできる。

【0042】

さらに、図5に示すように、図4に示す本発明による光半導体装置において、各TTG-DFBレーザ72a、72b、72cの電極46と波長制御用電極60とを接続する各配線78a、78b、78cに電流注入スイッチ92a、92b、92cを設けてもよい。この電流注入スイッチ92a、92b、92cの開閉により、TTG-DFBレーザへの電流供給が突然遮断又は突然開始されることがなく動作させることが可能となり、TTG-DFBレーザの破壊を防止することが可能となる。また、駆動していないTTG-DFBレーザにおける漏れ電流等による無効電力の発生を抑制しつつ動作させることが可能となり、単一波長での安定したレーザ発振を実現することができる。

【0043】

以下、本発明による光半導体装置の構造及び駆動方法について第1乃至第3実施形態において詳述する。

【0044】

[第1実施形態]

本発明の第1実施形態による光半導体装置について図6乃至図10を用いて説明する。図6は本実施形態による光半導体装置の構造を示す上面図、図7及び図8は本実施形態による光半導体装置の構造を示す断面図、図9及び図10は本実施形態による光半導体装置の駆動方法を説明する図である。

【0045】

まず、本実施形態による光半導体装置の構造について図6乃至図8を用いて説明する。図7(a)は図6におけるA-A'線断面図、図7(b)は図7(a)中破線で示す円で囲まれた部分の拡大図、図8(a)は図6におけるB-B'線断面図、図9(b)は図6におけるC-C'線断面図である。

【0046】

例えば不純物濃度が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のp-InPよりなる半導体基板100上に、図6に示すように、レーザアレイ部102と、光導波路部104と、

SOA部106とが設けられている。

【0047】

レーザアレイ部102では、半導体基板100上に、複数のTTG—DFBレーザ108a、108b、108c、108dが並列にアレイ化されている。光導波路部104では、半導体基板100上に、TTG—DFBレーザ108a、108b、108c、108dの一端にそれぞれ接続された複数の光導波路110a、110b、110c、110dと、光導波路110a、110b、110c、110d内を伝搬する光を合波する光合波器112とが形成されている。SOA部106では、半導体基板100上に、光合波器112から出力された光を増幅するSOA114が形成されている。アレイ化された各TTG—DFBレーザ108a、108b、108c、108dの長さは、例えば400 μ mである。各光導波路110a、110b、110c、110dの長さは、例えば1000 μ mである。SOA114の長さは、例えば600 μ mである。

【0048】

複数のTTG—DFBレーザ108a、108b、108cがアレイ化されたレーザアレイ部102は、図7(a)及び図7(b)に示すような断面構造を有している。

【0049】

各TTG—DFBレーザ108a、108b、108cが形成された領域では、半導体基板100上に、例えば膜厚が2000nm、不純物濃度が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のp—InP層116と、例えば不純物濃度が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のp—InPよりなる下部クラッド層118と、MQW活性層120と、例えば膜厚が160nm、不純物濃度が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のn—InP層よりなる中間層122と、例えば膜厚290nmの1.3 μ m組成のInGaAsP層よりなるチューニング層124と、回折格子が形成された例えば膜厚290nmの1.3 μ m組成のInGaAsP層126と、例えば膜厚100nmのInP層よりなる埋め込み層128とが形成されている。

【0050】

MQW活性層120は、例えば1.15 μ m組成のInGaAsPよりなる膜

厚100nmのSCH層と、1.25 μ m組成のInGaAsPよりなる膜厚40nmのSCH層と、MQWのPL波長が1.55 μ mである多重量子井戸層と、1.25 μ m組成のInGaAsPよりなる膜厚40nmのSCH層とが積層され、多重量子井戸層がSCH層により挟まれてなるものである。多重量子井戸層は、例えば1.25 μ m組成のInGaAsPよりなる膜厚9nmのバリア層と、0.8%の圧縮歪が導入された膜厚7nmのInGaAsP井戸層とが7層繰り返し積層されてなるものである。

【0051】

埋め込み層128、InGaAsP層126、チューニング層124、中間層122、MQW活性層120及び下部クラッド層118は、メサ形状にパターンニングされ、例えば活性層幅が1.0 μ mのメサストライプが形成されている。

【0052】

メサストライプの両側には、例えば不純物濃度が $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、膜厚が1500nmのn-InP層よりなる埋め込み層130が形成されている。埋め込み層128、130上には、例えば不純物濃度が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、膜厚が5000nmのp-InP層132が形成されている。p-InP層132上には、例えば不純物濃度が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、膜厚が500nmのp-InGaAs層よりなるコンタクト層134を介して、Au/Znよりなる電極136が形成されている。p-InP層132には、埋め込み層130に達する溝137が設けられており、埋め込み層130上には、Au/Geよりなる電極138が形成されている。溝137の深さは、例えば6.0 μ mである。

【0053】

上述した構造を有する複数のTTG-DFBレーザ108a、108b、108cが、溝140を介して並列にアレイ化されている。すなわち、隣接するTTG-DFBレーザのp-InP層132、埋め込み層130、及びp-InP層116には、溝140が設けられており、電氣的に分離されている。溝140は、例えば8 μ mの深さを有し、各メサストライプの両側に15 μ m離れた位置に設けられている。

【0054】

アレイ化された各TTG-DFBレーザ108a、108b、108c（、108d）は、それぞれのInGaAsP層126に形成された回折格子の周期が異なっており、互いに異なる発振中心波長を有している。TTG-DFBレーザ108a、108b、108c（、108d）の回折格子の周期は、例えば、240nm、241.2nm、242.4nm、243.6nmとなっている。

【0055】

p-InP層116、132、埋め込み層130の露出面上には、例えば膜厚300nmのシリコン酸化膜よりなる保護膜142が形成されている。

【0056】

半導体基板100の下面には、各TTG-DFBレーザ108a、108b、108c（、108d）に共通に用いられるAu/Znよりなる電極144が形成されている。

【0057】

光導波路部104の各光導波路110a、110b、110c、110dは、それぞれ図8（a）に示すような断面構造を有している。

【0058】

半導体基板100上には、例えば不純物濃度が $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、膜厚が2000nmのp-InP層145が形成されている。p-InP層116上には、例えば不純物濃度が $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、膜厚が200nmのp-InPよりなる下部クラッド層146と、例えば膜厚が200nm、1.3 μm 組成のノンドープInGaAsPよりなるコア層148と、例えば不純物濃度が $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、膜厚が350nmのp-InPよりなる上部クラッド層150が順次積層されている。

【0059】

上部クラッド層150、コア層148、及び下部クラッド層146は、メサ形状にパターニングされ、例えばコア層幅が1.0 μm のメサストライプが形成されている。

【0060】

メサストライプの両側には、n-InP層よりなる埋め込み層130が形成さ

れている。埋め込み層 130 及び上部クラッド層 150 上には、例えば不純物濃度が $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、膜厚が 5000 nm の p-InP 層 152 が形成されている。p-InP 層 152 上には、シリコン酸化膜よりなる保護膜 142 が形成されている。

【0061】

各光導波路 110a、110b、110c、110d の一端では、アレイ化された各 TTG-DFB レーザ 108a、108b、108c、108d のメサストライプと各光導波路 110a、110b、110c、110d のメサストライプとが、それぞれ連なるように配置されている。また、TTG-DFB レーザの MQW 活性層 120 と光導波路のコア層 148 とは光学的に接続されている。

【0062】

各光導波路 110a、110b、110c、110d の他端は、半導体基板 100 上の光導波路と同様の積層構造を有する光合波器 152 の入力端にそれぞれ光学的に接続されている。光合波器 152 の出力端には、半導体基板 100 上に形成された同様の積層構造を有する光導波路 154 を介して、SOA 114 が光学的に接続されている。光合波器 152 には、例えば多モード干渉導波路型 (MMI) 光合波器を用いることができる。MMI 光合波器を用いた場合、寸法は $40 \times 300 \mu\text{m}$ 程度である。

【0063】

SOA 部 106 は、図 8 (b) に示すような断面構造を有している。

【0064】

半導体基板 100 上には、p-InP 層 116 と、例えば不純物濃度が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、膜厚が 500 nm の n-InP 層よりなる下部クラッド層 154 と、MQW 活性層 120 と、例えば不純物濃度が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、膜厚が 800 nm の p-InP 層よりなる上部クラッド層 156 が形成されている。

【0065】

SOA 部 106 における MQW 活性層 120 は、例えば $1.25 \mu\text{m}$ 組成の InGaAsP よりなる膜厚 40 nm の SCH 層と、MQW の PL 波長が $1.54 \mu\text{m}$ である多重量子井戸層と、 $1.25 \mu\text{m}$ 組成の InGaAsP よりなる膜厚

40 nmのSCH層とが積層され、多重量子井戸層がSCH層により挟まれてなるものである。多重量子井戸層は、例えば、1.25 μ m組成のInGaAsPよりなる膜厚10 nmのバリア層と、0.8%の圧縮歪が導入された膜厚5.1 nmのInGaAsP井戸層とが6層繰り返し積層されてなるものである。

【0066】

上部クラッド層156、MQW活性層120及び下部クラッド層154は、メサ形状にパターニングされ、例えば1.0 μ mの活性層幅のメサストライプが形成されている。メサストライプの両側には、n-InP層よりなる埋め込み層130が形成されている。上部クラッド層156及び埋め込み層130上には、p-InP層132が形成されている。p-InP層132上には、p-InGaAs層よりなるコンタクト層134を介してAu/Znよりなる電極158が形成されている。埋め込み層130上には、Au/Geよりなる電極160が形成されている。p-InP層116、40、埋め込み層130の露出面上には、シリコン酸化膜よりなる保護膜142が形成されている。

【0067】

次に、アレイ化されたTTG-DFBレーザの駆動回路、及びSOAの駆動回路について説明する。なお、図6では4つのTTG-DFBレーザ108a、108b、108c、108dを示しているが、説明の便宜上、ここでは3つのTTG-DFBレーザ108a、108b、108cの駆動回路について説明する。後述する光半導体装置の駆動方法においても、同様に、3つのTTG-DFBレーザ108a、108b、108cの場合について説明することとする。

【0068】

レーザアレイ部102では、図6及び図7(a)に示すように、各TTG-DFBレーザ108a、108b、108cの電極136は、配線162、162a、162b、162cにより波長制御用電源164に並列に接続されている。半導体基板100の下面に設けられた電極144は、配線166によりレーザ駆動用電源168に接続されている。各TTG-DFBレーザ108a、108b、108cの電極138は、配線170、170a、170b、170cにより並列に接続されてから基準電位に接続されており、例えば接地されている。各配

線 170a、170b、170c には駆動切替スイッチ 172a、172b、172c が設けられている。これら駆動切替スイッチ 172a、172b、172c を閉じることにより、各 TTG-DFB レーザ 108a、108b、108c の電極 138 が基準電位に接続される。また、これら駆動切替スイッチ 172a、172b、172c を開くことにより、各 TTG-DFB レーザ 108a、108b、108c の電極 138 の基準電位への接続が遮断される。

【0069】

SOA 部 106 では、図 6 及び図 8 (b) に示すように、SOA 114 の電極 158 に、配線により光増幅用電源 174 が接続されている。また、SOA 114 の電極 160 は、配線により基準電位に接続され、例えば、接地されている。

【0070】

次に、本実施形態による光半導体装置の駆動方法について図 7 乃至図 10 を用いて説明する。なお、図 7 (a) 中の左側、中央、右側の TTG-DFB レーザ 108a、108b、108c が、それぞれ CH1、CH2、CH3 の信号光を発振するものとする。また、図 9 及び図 10 の回路図では、TTG-DFB レーザ 108a、108b、108c の MQW 活性層 120 及びチューニング層 124 を、ダイオードを示す記号により表している。

【0071】

図 9 (a) は、CH1 の TTG-DFB レーザ 108a のみが駆動され、所定の発振波長で定常状態となっている場合の駆動回路の状態を示している。このとき、配線 170a、170b、170c に設けられたスイッチの状態は、駆動切替スイッチ 172a が閉じており、駆動切替スイッチ 172b、172c が開いた状態となっている。このスイッチの状態で、波長制御用電源 164 及びレーザ駆動用電源 168 が駆動されており、波長制御用電源 164 及びレーザ駆動用電源 168 のそれぞれにおいて、所定の電源電圧が発生している。

【0072】

CH1 の TTG-DFB レーザ 108a では、駆動切替スイッチ 172a が閉じた状態となっている。このため、TTG-DFB レーザ 108a の中間層 120 は接地されており、MQW 活性層 120、チューニング層 124 に電流が注入

されている。こうして、CH1のTTG-DFBレーザ108aが駆動された状態となっている。

【0073】

一方、CH2及びCH3のTTG-DFBレーザ108b、108cでは、駆動切替スイッチ172b、172cが開いた状態となっている。このため、TTG-DFBレーザ108b、108cの中間層120は接地されておらずフローティング状態にあり、MQW活性層120、チューニング層124には電流が注入されない。こうして、CH2及びCH3のTTG-DFBレーザ108b、108cは駆動されていない。

【0074】

このようにして、図9(a)では、アレイ化されたTTG-DFBレーザ108a、108b、108cのうちTTG-DFBレーザ108aのみが独立して駆動された状態となっている。以下、CH1のTTG-DFBレーザ108aの駆動を終了し、引き続きCH2のTTG-DFBレーザ108bを駆動する場合について説明する。

【0075】

まず、図9(a)に示す状態から、波長制御用電源164及びレーザ駆動用電源168の駆動を停止し、波長制御用電源164及びレーザ駆動用電源168における電源電圧の発生を停止する(図9(b)を参照)。これにより、CH1のTTG-DFBレーザ108aのチューニング層124及び活性層120への電流の注入が停止される。

【0076】

次いで、CH1のTTG-DFBレーザ108aの駆動切替スイッチ172aを開き、CH1～CH3のすべての駆動切替スイッチ172a、172b、172cを開いた状態とする(図9(c)を参照)。

【0077】

次いで、CH2のTTG-DFBレーザ108bの駆動切替スイッチ172bを閉じる。CH1及びCH3のTTG-DFBレーザの駆動切替スイッチ172a、172cは、開いた状態のままとする(図10(a)を参照)。

【0078】

次いで、波長制御用電源164及びレーザ駆動用電源168の駆動を再開し、波長制御用電源164及びレーザ駆動用電源168において所定の電源電圧を発生する（図10（b）を参照）。CH2のTTG-DFBレーザ108bのチューニング層124及びMQW活性層120には電流が注入され、中間層122から電流が引き出される。こうして、CH2のTTG-DFBレーザ108bが駆動され、所定の発振波長での定常状態となる。このとき、波長制御用電源164によりチューニング層124に注入する電流量を調整することにより、CH2のTTG-DFBレーザ108の発振波長を制御することができる。

一方、CH1及びCH3のTTG-DFBレーザ108a、108cでは、駆動切替スイッチ172a、172cが開いた状態となっている。このため、TTG-DFBレーザ108a、108cの中間層120は接地されておらずフローティング状態にあり、MQW活性層120、チューニング層124には電流が注入されない。こうして、CH1及びCH3のTTG-DFBレーザ108a、108cは駆動されない。

【0079】

以上のようにして、CH1のTTG-DFBレーザ108aの駆動からCH2のTTG-DFBレーザ108bの駆動へと切り替えられる。

【0080】

なお、CH2のTTG-DFBレーザ108bの駆動からCH3のTTG-DFBレーザ108cの駆動への切り替え等の上記以外のTTG-DFBレーザ間の切り替えについても同様に行うことができる。

【0081】

上述のようにして、可変波長範囲の異なる複数のTTG-DFBレーザの駆動の切り替えを行い、また、駆動するTTG-DFBレーザにおいて発振波長の制御を行うことにより、より広い可変波長範囲において所望の波長の信号光を得ることができる。

【0082】

レーザアレイ部102において得られた信号光は、駆動しているTTG-DF

Bレーザに接続する光導波路110a、110b、110cのいずれかを伝搬した後、光合波器112を介してSOA114のMQW層120に入射する。

【0083】

SOA114では、電極158と電極160との間に所定の電圧を印加し、電極158から電流を注入する。電極158から注入された電流は、p-InP層132及び上部クラッド層156を介してMQW活性層120に注入され、下部クラッド層154及び埋め込み層130を介して電極160から引き出される。MQW活性層120に所定の電流を注入することにより、駆動しているTTG-DFBレーザから出射されMQW活性層120内を伝搬する光を増幅することができる。

【0084】

このように、本実施形態では、アレイ化された複数のTTG-DFBレーザの中間層122に電氣的に接続する配線170a、170b、170cに設けられた駆動切替スイッチ172a、172b、172cの開閉により、駆動すべきTTG-DFBレーザの中間層122のみを接地して電流の引き出しが可能な状態とするので、各TTG-DFBレーザを独立に駆動することができる。これにより、一つのTTG-DFBレーザを用いる場合と比較して、より広い可変波長範囲での高い光出力を実現することができる。

【0085】

[第2実施形態]

本発明の第2実施形態による光半導体装置について図11乃至図13を用いて説明する。図11は本発明の第2実施形態による光半導体装置のレーザアレイ部の構造及び駆動回路を示す断面図、図12及び図13は本実施形態による光半導体装置の駆動方法を説明する図である。なお、図6乃至図10に示す第1実施形態による光半導体装置と同様の構成要素には同一の符号を付し説明を省略し或いは簡略にする。

【0086】

第1実施形態による光半導体装置では、波長制御用電源164とアレイ化された各TTG-DFBレーザ108a、108b、108cの電極136とを接続

する配線 162、162a、162b、162c にスイッチは設けられていなかった。このため、光半導体装置の動作時に、駆動していない TTG-DFB レーザのチューニング層 122 等にも電流が注入されてしまっていた。この結果、駆動していない TTG-DFB レーザにおいても漏れ電流等による無効電力が発生し、単一波長での安定したレーザ発振を得ることが困難となる場合も想定される。

【0087】

本実施形態による光半導体装置の基本的な構造は、図 6 乃至図 8 に示す第 1 実施形態による光半導体装置と同様である。図 11 (a) は本実施形態による光半導体装置のレーザアレイ部の構造及び駆動回路を示す断面図であり、図 11 (b) は図 11 (a) 中破線で示す円で囲まれた部分の拡大図である。本実施形態による光半導体装置では、第 1 実施形態による光半導体装置において、さらに、図 11 (a) に示すように、配線 162a、162b、162c のそれぞれに電流注入スイッチ 176a、176b、176c が設けられている。これら電流注入スイッチ 176a、176b、176c を閉じることにより、各 TTG-DFB レーザ 108a、108b、108c の電極 136 と波長制御用電源 164 とが接続される。また、これら電流注入スイッチ 176a、176b、176c を開くことにより、各 TTG-DFB レーザ 108a、108b、108c の電極 136 と波長制御用電源 164 との接続が遮断される。このような電流注入スイッチ 176a、176b、176c の開閉により、駆動していない TTG-DFB レーザにおける漏れ電流等による無効電力の発生を防止し、単一波長での安定したレーザ発振を得ることが可能となる。

【0088】

以下、本実施形態による光半導体装置の駆動方法について図 11 乃至図 13 を用いて説明する。

【0089】

図 12 (a) は、CH1 の TTG-DFB レーザ 108a が駆動され、所定の

替スイッチ 172b、172c が開いた状態となっている。また、電流注入スイッチの状態は、電流注入スイッチ 176a が閉じており、電流注入スイッチ 176b、176c が開いた状態となっている。そして、波長制御用電源 164 及びレーザ駆動用電源 168 が駆動しており、第 1 実施形態による場合と同様に、CH1 の TTG-DFB レーザ 108a の MQW 活性層 120、チューニング層 124 にのみ電流が注入されている。

【0090】

以下、CH1 の TTG-DFB レーザ 108a の駆動を終了し、引き続き CH2 の TTG-DFB レーザ 108b を駆動する場合について説明する。

【0091】

まず、図 12 (a) に示す状態から、波長制御用電源 164 及びレーザ駆動用電源 168 の駆動を停止する (図 12 (b) を参照)。

【0092】

次いで、CH1 の TTG-DFB レーザ 108a の駆動切替スイッチ 172a 及び電流注入スイッチ 176a を開き、CH1 ~ CH3 のすべての駆動切替スイッチ 172a、172b、172c、及び電流注入スイッチ 176a、176b、176c を開いた状態とする (図 12 (c) を参照)。ここで、駆動切替スイッチ 172a 及び電流注入スイッチ 176a を開くのを、波長制御用電源 164 の駆動停止後に行っているのは、チューニング層 124 への電流注入の突然の停止に起因する TTG-DFB レーザの破壊を防止するためである。

【0093】

次いで、CH2 の TTG-DFB レーザ 108b の駆動切替スイッチ 172b 及び電流注入スイッチ 176b を閉じる。CH1 及び CH3 の TTG-DFB レーザ 108a、108b の駆動切替スイッチ 172a、172c、及び電流注入スイッチ 176a、176c は、開いた状態のままとする (図 13 (a) を参照)。

【0094】

次いで、波長制御用電源 164 及びレーザ駆動用電源 168 の駆動を再開する (図 13 (b) を参照)。こうして、第 1 実施形態による場合と同様に、CH2

のTTG-DFBレーザ108bのチューニング層124及びMQW活性層120へのみ電流が注入され、CH2のTTG-DFBレーザ108bのみが駆動される。ここで、駆動切替スイッチ172b及び電流注入スイッチ176bを閉めるのを、波長制御用電源164の駆動開始前に行っているのは、チューニング層124への電流注入の突然の開始に起因するTTG-DFBレーザの破壊を防止するためである。

【0095】

こうして、駆動するTTG-DFBレーザの切り替えが行われる。

【0096】

このように、本実施形態による光半導体装置の駆動方法では、波長制御用電源164及びレーザ駆動用電源168の駆動を停止し、駆動していたTTG-DFBレーザの閉じていた駆動切替スイッチ及び電流注入スイッチを開き、次いで、駆動すべきTTG-DFBレーザの駆動切替スイッチ及び電流注入スイッチを閉じてから波長制御用電源164及びレーザ駆動用電源168の駆動を再開することに主たる特徴がある。これにより、TTG-DFBレーザへの電流供給が突然遮断又は突然開始されることがなく、TTG-DFBレーザの破壊を防止することができる。

【0097】

また、駆動中のTTG-DFBレーザ以外のTTG-DFBレーザの電流注入スイッチについては、開いた状態とすることにも主たる特徴がある。これにより、駆動していないTTG-DFBレーザにおける漏れ電流等による無効電力の発生を抑制し、単一波長での安定したレーザ発振を実現することができる。

【0098】

なお、本実施形態において、各TTG-DFBレーザ108a、108b、108cの駆動切替スイッチ172a、172b、172cと電流注入スイッチ176a、176b、176cとが連動して同時にスイッチング動作するようにしてもよい。すなわち、駆動切替スイッチ172aが開くと同時に電流注入スイッチ176aが開き、また、駆動切替スイッチ172aスイッチが閉じると同時に電流注入スイッチ176aが閉じるようにする。また、駆動切替スイッチ172

bと電流注入スイッチ176b、駆動切替スイッチ172cと電流注入スイッチ176cについても同様にする。このような連動したスイッチング動作により、駆動するTTG-DFBレーザをより速い応答速度で切り替えることができる。

【0099】

[第3実施形態]

本発明の第3実施形態による光半導体装置について図14を用いて説明する。図14(a)は本実施形態による光半導体装置のレーザアレイ部の構造及び駆動回路を示す断面図であり、図14(b)は図14(a)中破線で示す円で囲まれた部分の拡大図である。なお、図11に示す第2実施形態による光半導体装置と同様の構成要素には同一の符号を付し説明を省略し或いは簡略にする。

【0100】

本実施形態による光半導体装置は、図14(b)に示すように、TTG-DFBレーザ108a、108b、108cにおけるMQW活性層120から埋め込み層128に至る積層構造が逆向きになっている点を除き、第2実施形態による光半導体装置とほぼ同様である。

【0101】

すなわち、レーザアレイ部102は、図14(a)及び図14(b)に示すような断面構造を有している。TTG-DFBレーザ108a、108b、108cが形成された領域では、p-InPよりなる半導体基板100上に、p-InP層116と、回折格子が形成されたInGaAsP層126と、InGaAsP層よりなる埋め込み層128と、InGaAsP層よりなるチューニング層124と、n-InP層よりなる中間層122と、MQW活性層120とが形成されている。MQW活性層120、中間層122、チューニング層124、埋め込み層128及びInGaAsP層126は、メサ形状にパターニングされ、メサストライプが形成されている。メサストライプの両側には、n-InP層よりなる埋め込み層130が形成されている。MQW活性層120及び埋め込み層130上には、p-InP層132が形成されている。p-InP層1332上には、p-InGaAs層よりなるコンタクト層134を介してAu/Znよりなる電極136が形成されている。埋め込み層130上には、Au/Geよりなる電

極 138 が形成されている。半導体基板 100 の下面には、Au/Zn よりなる電極 144 が形成されている。p-InP 層 116、132、埋め込み層 130 の露出面上には、シリコン酸化膜よりなる保護膜 142 が形成されている。

【0102】

SOA 部 106 は、基本的には図 8 (b) に示す第 1 実施形態による光半導体装置と同様である。本実施形態による光半導体装置が異なる点は、下部クラッド層 154 の上面が、中間層 122 の上面とほぼ等しくなっていることにある。

【0103】

TTG-DFB レーザの駆動回路については、第 2 実施形態による場合と電極 136、144 に接続する電源が異なっている。すなわち、図 11 に示すように、各 TTG-DFB レーザ 108a、108b、108c の電極 136 は、配線 162、162a、162b、162c によりレーザ駆動用電源 168 に並列に接続されている。半導体基板 100 の下面に設けられた電極 144 は、配線 166 により波長制御用電源 164 に接続されている。

【0104】

本実施形態による光半導体装置は、第 2 実施形態による光半導体装置の駆動方法とはほぼ同様の駆動方法により動作させることができる。

【0105】

すなわち、駆動すべき TTG-DFB レーザのみの駆動切替スイッチ及び電流注入スイッチを閉じた状態で波長制御用電源 164 及びレーザ駆動用電源 168 を駆動することにより、所望の TTG-DFB レーザを独立に駆動することができる。

本実施形態による光半導体装置では、駆動していない TTG-DFB レーザの電流注入スイッチを開いた状態とすることにより、駆動していない TTG-DFB レーザの MQW 活性層 120 への電流注入が防止される。これにより、第 2 実施形態による場合と同様に、駆動していない TTG-DFB レーザにおける漏れ電流等による無効電力の発生を抑制することができ、単一波長での安定したレーザ発振を実現することができる。

【0106】

なお、本実施形態では、第2実施形態による光半導体装置のMQW活性層120から埋め込み層128に至る積層構造が逆向きの場合を示したが、第1実施形態による光半導体装置のMQW活性層120から埋め込み層128に至る積層構造を逆向きとしてもよい。

【0107】

[変形実施形態]

本発明は上記実施形態に限らず種々の変形が可能である。

【0108】

例えば、上記実施形態では、P型半導体基板を用いた光半導体装置について示したが、N型半導体基板を用いた光半導体装置においても同様に本発明を適用することができる。この場合、上記実施形態において各層の導電型を入れ替えるようにすればよい。

【0109】

また、上記実施形態では、異なる可変波長範囲を有する複数のTTG-DFBレーザをアレイ化したが、アレイ化するTTG-DFBレーザは異なる可変波長範囲のものに限定されるものではない。例えば、アレイ化した複数のTTG-DFBレーザのなかに、バックアップ用として同一の可変波長範囲を有するものを含ませてもよい。また、アレイ化するTTG-DFBレーザの数も上記実施形態に示したものに限定されるものではない。

【0110】

また、上記実施形態では、アレイ化された複数のTTG-DFBレーザとともにSOAを同一の半導体基板上に設けたが、SOAを設けない構成としてもよい。

【0111】

また、上記実施形態では、InP基板を用いた光半導体装置について示したが、GaAs基板その他の化合物半導体基板を用いた光半導体装置においても同様に適用することができる。

【0112】

(付記1) 第1導電型の半導体基板上に形成され、電流注入により光を発生

する活性層と、前記活性層との間に第 2 導電型の間層を介して形成され、電流注入により発振波長を変化するチューニング層と、前記活性層及び前記チューニング層の近傍に形成された回折格子とを有する複数の光発振素子を備えた光発振部と、前記活性層又は前記チューニング層に注入された電流を任意の前記光発振素子の前記中間層から選択的に引き出す電流引き出し手段とを有することを特徴とする光半導体装置。

【0 1 1 3】

(付記 2) 付記 1 記載の光半導体装置において、前記電流引き出し手段は、前記複数の光発振素子の前記中間層の基準電位への接続をそれぞれ切り替える複数のスイッチを有することを特徴とする光半導体装置。

【0 1 1 4】

(付記 3) 付記 1 又は 2 記載の光半導体装置において、前記半導体基板の上面側に形成された電極を介して、前記複数の光発振素子の前記活性層又は前記チューニング層に電流を注入する第 1 の電流注入手段を更に有することを特徴とする光半導体装置。

【0 1 1 5】

(付記 4) 付記 3 記載の光半導体装置において、前記第 1 の電流注入手段は、電源と、前記複数の光発振素子の前記活性層又は前記チューニング層を前記電源に並列に接続する配線とを有することを特徴とする光半導体装置。

【0 1 1 6】

(付記 5) 付記 4 記載の光半導体装置において、前記第 1 の電源注入手段は、前記複数の配線のそれぞれに設けられた複数のスイッチを更に有することを特徴とする光半導体装置。

【0 1 1 7】

(付記 6) 付記 2 記載の光半導体装置において、電源と、前記複数の光発振素子の前記活性層又は前記チューニング層を電源に並列に接続する複数の配線と、前記複数の配線にそれぞれ設けられ、前記電流引き出し手段の前記複数のスイッチと連動して動作する複数のスイッチとを有し、前記半導体基板の上面側に形成された電極を介して任意の前記光発振素子の前記活性層又は前記チューニング

層に電流を注入する第 1 の電流注入手段を更に有することを特徴とする光半導体装置。

【0 1 1 8】

(付記 7) 付記 1 乃至 6 のいずれかに記載の光半導体装置において、前記半導体基板の下面側に形成された電極を介して、前記複数の光発振素子の前記チューニング層又は前記活性層に電流を注入する第 2 の電流注入手段を更に有することを特徴とする光半導体装置。

【0 1 1 9】

(付記 8) 付記 1 乃至 7 のいずれかに記載の光半導体装置において、前記半導体基板上に形成され、電流注入により光を増幅する活性層を有し、前記光発振部により発生した光を増幅する光増幅部を更に有することを特徴とする光半導体装置。

【0 1 2 0】

(付記 9) 付記 8 記載の光半導体装置において、前記光発振部と前記光増幅部との間に、前記複数の光発振素子から出力される光を導波する複数の光導波路と、前記複数の光導波路と前記光増幅部とを光学的に接続する光合波部とを更に有することを特徴とする光半導体装置。

【0 1 2 1】

(付記 1 0) 付記 1 乃至 9 のいずれかに記載の光半導体装置において、前記複数の光発振素子は、互いに異なる中心発振波長を有することを特徴とする光半導体装置。

【0 1 2 2】

(付記 1 1) 第 1 導電型の半導体基板上に形成され、電流注入により光を発生する活性層と、前記活性層との間に第 2 導電型の間層を介して形成され、電流注入により発振波長を変化するチューニング層と、前記活性層及び前記チューニング層の近傍に形成された回折格子とを有する複数の光発振素子を有する光半導体装置の駆動方法であって、前記複数の光発振素子のうちから選択した一の前記光発振素子の前記中間層を基準電位に接続し、他の前記光発振素子の前記中間層をフローティングにした状態で、前記複数の光発振素子の前記活性層及び前記

チューニング層に電流を注入することを特徴とする光半導体装置の駆動方法。

【0 1 2 3】

(付記 1 2) 第 1 導電型の半導体基板上に形成され、電流注入により光を発生する活性層と、前記活性層との間に第 2 導電型の間層を介して形成され、電流注入により発振波長を変化するチューニング層と、前記活性層及び前記チューニング層の近傍に形成された回折格子とを有する複数の光発振素子を有する光発振部と、前記半導体基板の上面側に形成された電極を介して、前記複数の光発振素子の前記活性層又は前記チューニング層に電流を注入する第 1 の電流注入手段と、前記半導体基板の下面側に形成された電極を介して、前記複数の光発振素子の前記チューニング層又は前記活性層に電流を注入する第 2 の電流注入手段と、前記複数の光発振素子の前記中間層のそれぞれを基準電位に接続する複数の配線と、前記複数の配線のそれぞれに設けられた複数のスイッチとを有する電流引き出し手段とを有する光半導体装置の駆動方法であって、前記複数のスイッチのうちのいずれか一の前記スイッチを閉じ、他の前記スイッチを開いた状態で、前記第 1 の電流注入手段及び前記第 2 の電流注入手段により電流を注入することを特徴とする光半導体装置の駆動方法。

【0 1 2 4】

(付記 1 3) 第 1 導電型の半導体基板上に形成され、電流注入により光を発生する活性層と、前記活性層との間に第 2 導電型の間層を介して形成され、電流注入により発振波長を変化するチューニング層と、前記活性層及び前記チューニング層の近傍に形成された回折格子とを有する複数の光発振素子を有する光発振部と、第 1 の電源と、前記複数の光発振素子の前記活性層又は前記チューニング層を前記第 1 の電源に並列に接続する複数の第 1 の配線と、前記複数の第 1 の配線にそれぞれ設けられた複数の第 1 のスイッチとを有し、前記半導体基板の上面側に形成された電極を介して任意の前記光発振素子の前記活性層又は前記チューニング層に電流を注入する第 1 の電流注入手段と、第 2 の電源を有し、前記半導体基板の下面側に形成された電極を介して、前記複数の光発振素子の前記チューニング層又は前記活性層に電流を注入する第 2 の電流注入手段と、前記複数の光発振素子の前記中間層のそれぞれを基準電位に接続する複数の第 2 の配線と

、前記複数の第 2 の配線のそれぞれに設けられた複数の第 2 のスイッチとを有する電流引き出し手段とを有する光半導体装置の駆動方法であって、前記複数の光発振素子のうちのいずれか一の前記光発振素子に接続する前記第 1 の配線及び前記第 2 の配線に設けられた前記第 1 のスイッチ及び前記第 2 のスイッチを閉じ、他の前記光発振素子に接続する前記第 1 の配線及び前記第 2 の配線に設けられた前記第 1 のスイッチ及び前記第 2 のスイッチを開いた状態で、前記第 1 の電源及び前記第 2 の電源を駆動して、前記複数の光発振素子のうちの一の前記光発振素子を駆動することを特徴とする光半導体装置の駆動方法。

【0 1 2 5】

(付記 1 4) 付記 1 3 記載の光半導体装置の駆動方法において、前記第 1 のスイッチ及び前記第 2 のスイッチを閉じた後に、前記第 1 の電源及び前記第 2 の電源の駆動を開始することにより、前記複数の光発振素子のうちの一の前記光発振素子を駆動することを特徴とする光半導体装置の駆動方法。

【0 1 2 6】

(付記 1 5) 付記 1 3 又は 1 4 記載の光半導体装置において、前記複数の光発振素子のうちの一の前記光発振素子の駆動を停止するときには、前記第 1 の電源及び前記第 2 の電源の駆動を停止してから閉じられた状態の前記第 1 のスイッチ及び前記第 2 のスイッチを開くことを特徴とする光半導体装置の駆動方法。

【0 1 2 7】

(付記 1 6) 付記 1 3 又は 1 4 記載の光半導体装置の駆動方法において、前記複数の光発振素子のうちの一の前記光発振素子の駆動を停止して別の前記光発振素子を駆動するときには、前記第 1 の電源及び前記第 2 の電源の駆動を停止してから閉じられた状態の前記第 1 のスイッチ及び前記第 2 のスイッチを開き、前記複数の光発振素子のうちの別の前記光発振素子に接続する前記第 1 の配線及び前記第 2 の配線に設けられた前記第 1 のスイッチ及び前記第 2 のスイッチを閉じ、他の前記光発振素子に接続する前記第 1 の配線及び前記第 2 の配線に設けられた前記第 1 のスイッチ及び前記第 2 のスイッチを開いた状態としてから、前記第 1 の電源及び前記第 2 の電源の駆動を再開することにより、前記複数の光発振素子のうちの別の前記光発振素子を駆動することを特徴とする光半導体装置の駆動

方法。

【0128】

(付記17) 付記13乃至16のいずれかに記載の光半導体の駆動方法において、前記複数の光発振素子のうちの同一の前記光発振素子に接続する前記第1の配線及び前記第2の配線に設けられた前記第1のスイッチ及び前記第2のスイッチのスイッチング動作をほぼ同時に行うことを特徴とする光半導体装置の駆動方法。

【0129】

(付記18) 付記12乃至17のいずれかに記載の光半導体装置の駆動方法において、前記光半導体装置は、前記半導体基板上に形成され、電流注入により光を増幅する前記光発振部により発生した光を増幅する光増幅部を更に有し、前記光発振部により発生した光を前記光増幅部に導き、前記光増幅部により増幅することを特徴とする光半導体装置の駆動方法。

【0130】

【発明の効果】

以上の通り、本発明によれば、第1導電型の半導体基板上に形成され、電流注入により光を発生する活性層と、活性層との間に第2導電型の間層を介して形成され、電流注入により発振波長を変化するチューニング層と、活性層及びチューニング層の近傍に形成された回折格子とを有する複数の光発振素子を備えた光発振部と、活性層又は前記チューニング層に注入された電流を任意の光発振素子の中間層から選択的に引き出す電流引き出し手段とを有するので、各光発振素子を独立に駆動することができ、一つの光発振素子を用いる場合と比較して、より広い可変波長範囲での光出力を実現することができる。

【0131】

また、本発明によれば、半導体基板上に形成され、電流注入により光を増幅する活性層を有し、光発振部により発生した光を増幅する光増幅部を更に有するので、一つの光発振素子を用いる場合と比較して、より広い可変波長範囲での高光出力を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

TTG-DFBレーザとSOAとを一体的に集積した光半導体装置の構造を示す概略図である。

【図 2】

TTG-DFBレーザとSOAとを一体的に集積した光半導体装置の駆動回路を示す図である。

【図 3】

アレイ化した複数のTTG-DFBレーザを電氣的に分離した場合の構造の一例を示す断面図である。

【図 4】

本発明による光半導体装置の原理を説明する図（その 1）である。

【図 5】

本発明による光半導体装置の原理を説明する図（その 2）である。

【図 6】

本発明の第 1 実施形態による光半導体装置の構造を示す上面図である。

【図 7】

本発明の第 1 実施形態による光半導体装置のレーザアレイ部の構造及び駆動回路を示す断面図である。

【図 8】

本発明の第 1 実施形態による光半導体装置の光導波路及びSOAの構造を示す断面図である。

【図 9】

本発明の第 1 実施形態による光半導体装置の駆動方法を説明する図（その 1）である。

【図 10】

本発明の第 1 実施形態による光半導体装置の駆動方法を説明する図（その 2）である。

【図 11】

本発明の第 2 実施形態による光半導体装置のレーザアレイ部の構造及び駆動回

路を示す断面図である。

【図 1 2】

本発明の第 2 実施形態による光半導体装置の駆動方法を説明する図（その 1）である。

【図 1 3】

本発明の第 2 実施形態による光半導体装置の駆動方法を説明する図（その 2）である。

【図 1 4】

本発明の第 3 実施形態による光半導体装置のレーザアレイ部の構造及び駆動回路を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 0…半導体基板
- 1 2…p - I n P 層
- 1 4、1 8…下部クラッド層
- 1 6、3 2、3 6…シリコン酸化膜
- 2 0…MQW 活性層
- 2 2…中間層
- 2 4…チューニング層
- 2 5…クラッド層
- 2 6…I n G a A s P 層
- 2 8…回折格子
- 3 0、3 8…埋め込み層
- 3 4、5 8…上部クラッド層
- 4 0…p - I n P 層
- 4 2…コンタクト層
- 4 4…保護膜
- 4 6、4 8、5 0、5 2、5 4…電極
- 5 6…反射防止膜
- 5 8…配線

6 0 …波長制御用電源
6 2 …第 1 のスイッチ
6 4 …配線
6 6 …レーザ駆動用電源
6 8 …第 2 のスイッチ
7 0 …配線
7 2 a、7 2 b、7 2 c …TTG-DFB レーザ
7 4 …溝
7 6 …高抵抗領域
7 8、7 8 a、7 8 b、7 8 c …配線
8 0 a、8 0 b、8 0 c …スイッチ
8 2、8 2 a、8 2 b、8 2 c …配線
8 4 a、8 4 b、8 4 c …スイッチ
8 6、8 6 a、8 6 b、8 6 c …配線
8 8 …電極
9 0 a、9 0 b、9 0 c …駆動切替スイッチ
9 2 a、9 2 b、9 2 c …電流注入スイッチ
1 0 0 …半導体基板
1 0 2 …レーザアレイ部
1 0 4 …光導波路部
1 0 6 …SOA 部
1 0 8 b、1 0 8 c、1 0 8 d …TTG-DFB レーザ
1 1 0 a、1 1 0 b、1 1 0 c、1 1 0 d …光導波路
1 1 2 …光合波器
1 1 4 …SOA
1 1 6 …p-InP 層
1 1 8 …下部クラッド層
1 2 0 …MQW 活性層
1 2 2 …中間層

1 2 4 …チューニング層
1 2 6 …I n G a A s P 層
1 2 8、1 3 0 …埋め込み層
1 3 2 …p - I n P 層
1 3 4 …コンタクト層
1 3 6 …電極
1 3 7 …溝
1 3 8 …電極
1 4 0 …溝
1 4 2 …保護膜
1 4 4 …電極
1 4 5 …p - I n P 層
1 4 6 …下部クラッド層
1 4 8 …コア層
1 5 0 …上部クラッド層
1 5 2 …光合波器
1 5 4 …下部クラッド層
1 5 6 …上部クラッド層
1 5 8 …電極
1 6 0 …電極
1 6 2、1 6 2 a、1 6 2 b、1 6 2 c …配線
1 6 4 …波長制御用電源
1 6 6 …配線
1 6 8 …レーザ駆動用電源
1 7 0、1 7 0 a、1 7 0 b、1 7 0 c …配線
1 7 2 a、1 7 2 b、1 7 2 c …駆動切替スイッチ
1 7 4 …光増幅用電源
1 7 6 a、1 7 6 b、1 7 6 c …電流注入スイッチ

【書類名】 図面

-

-

-

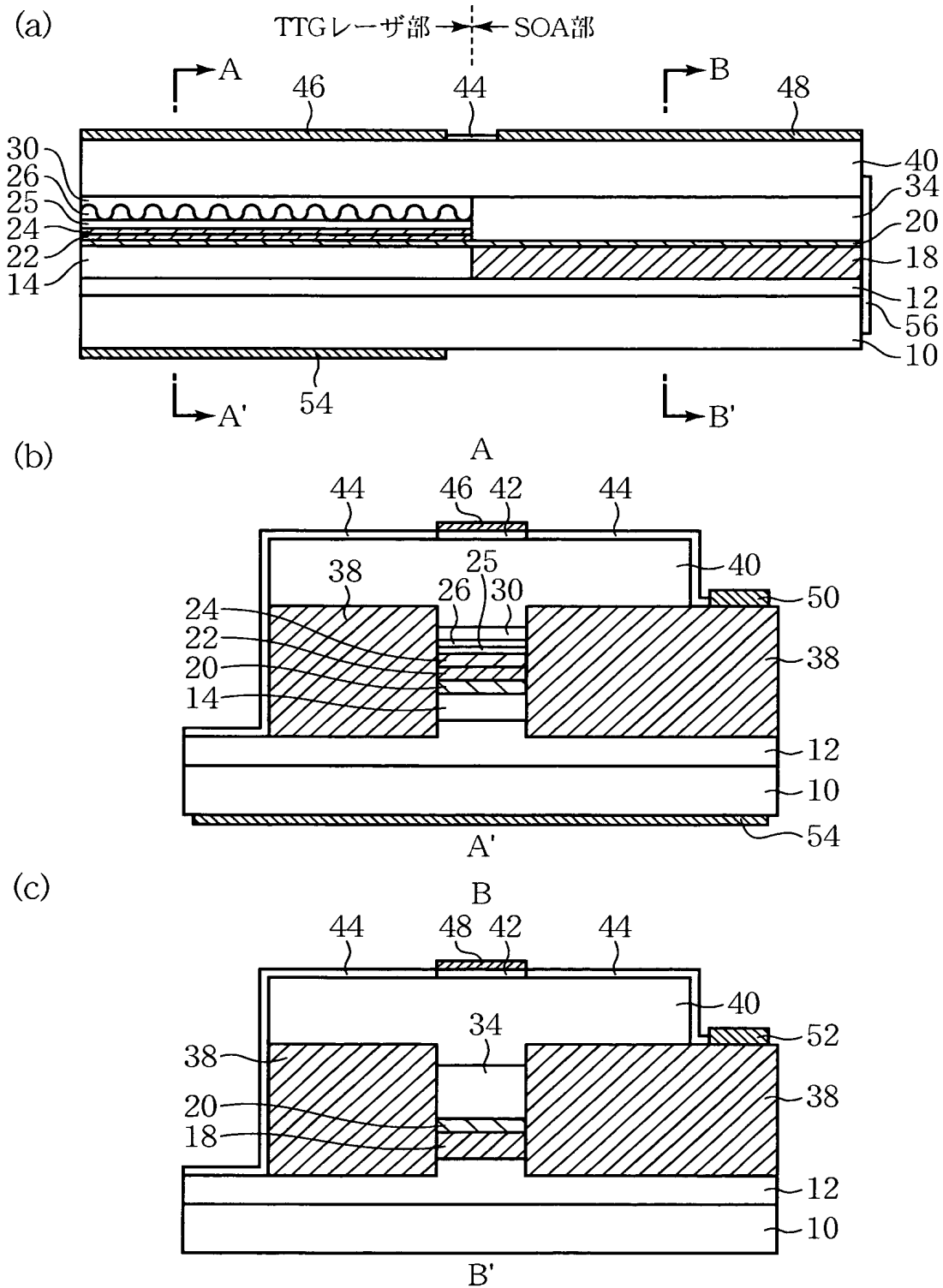
-

-

-

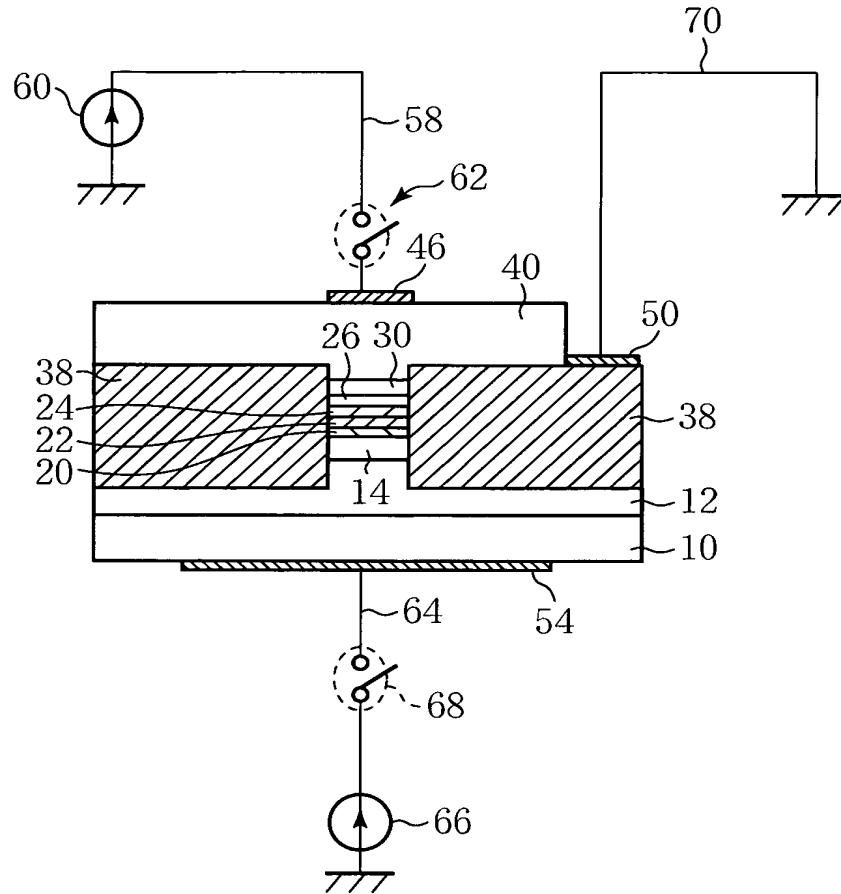
【図1】

TTG-DFBレーザとSOAとを一体的に集積した
光半導体装置の構造を示す概略図



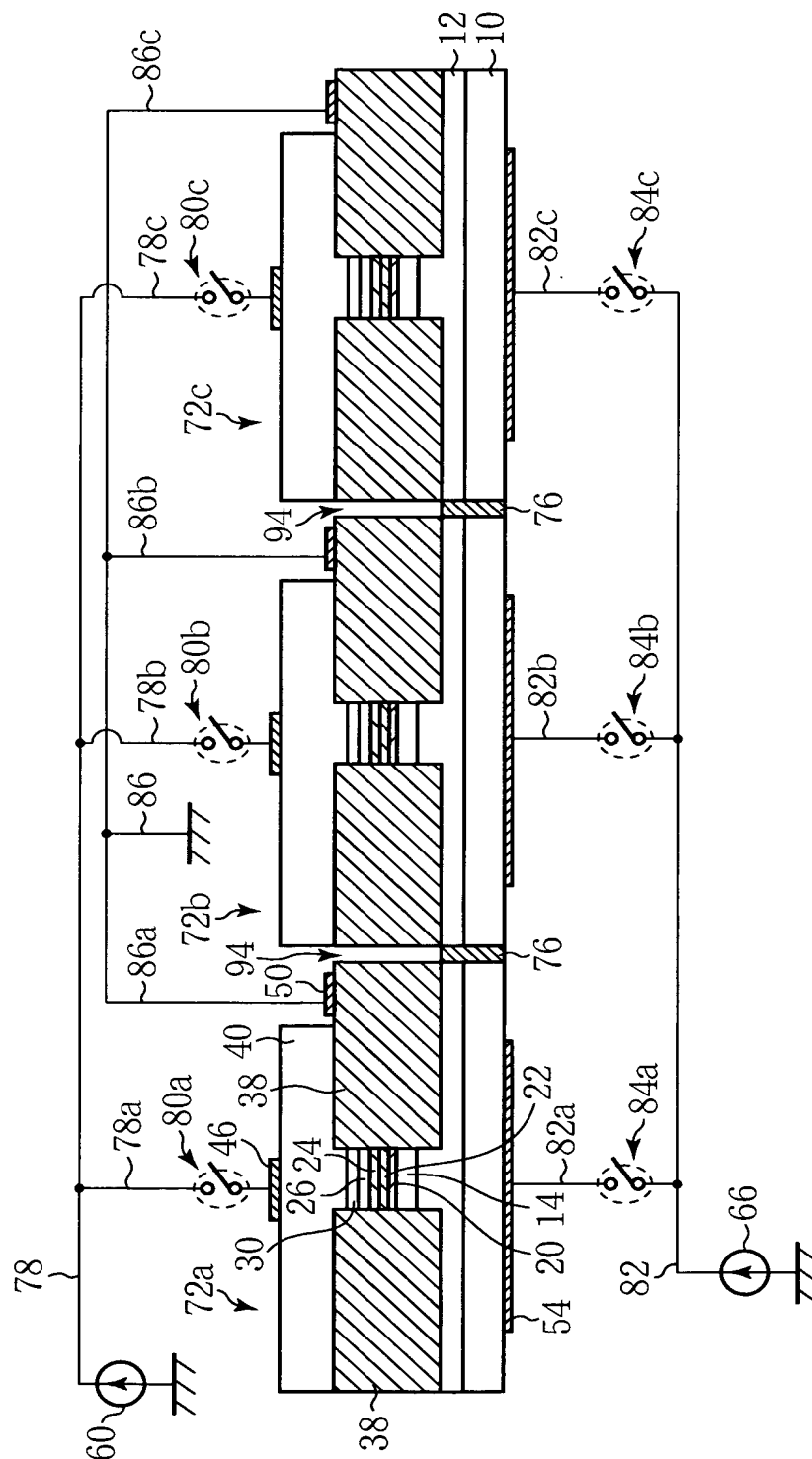
【図 2】

TTG-DFBレーザとSOAとを一体的に集積した
光半導体装置の駆動回路を示す図



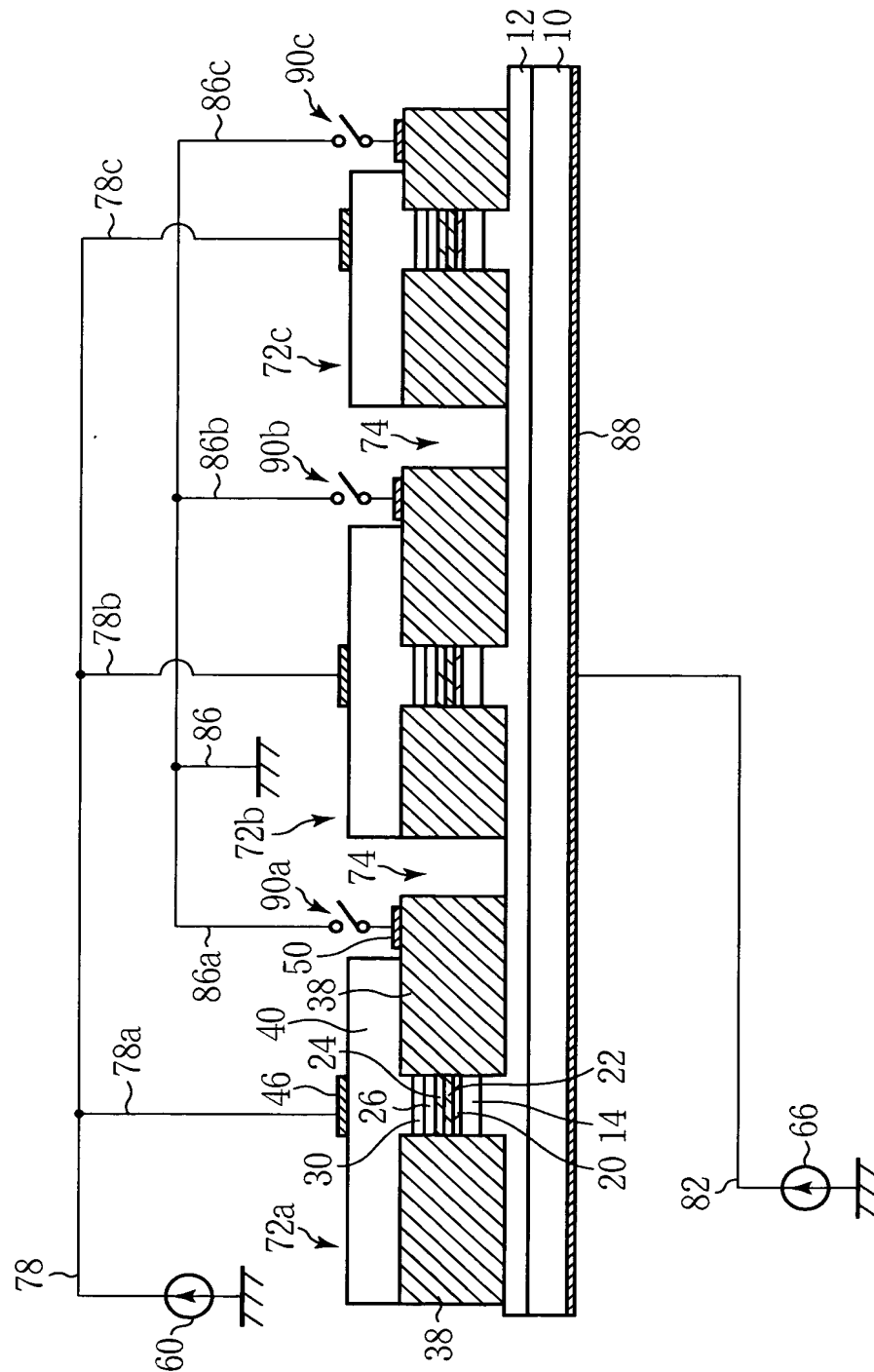
【図 3】

アレイ化した複数のTTG-DFBレーザを
電氣的に分離した場合の構造の一例を示す断面図



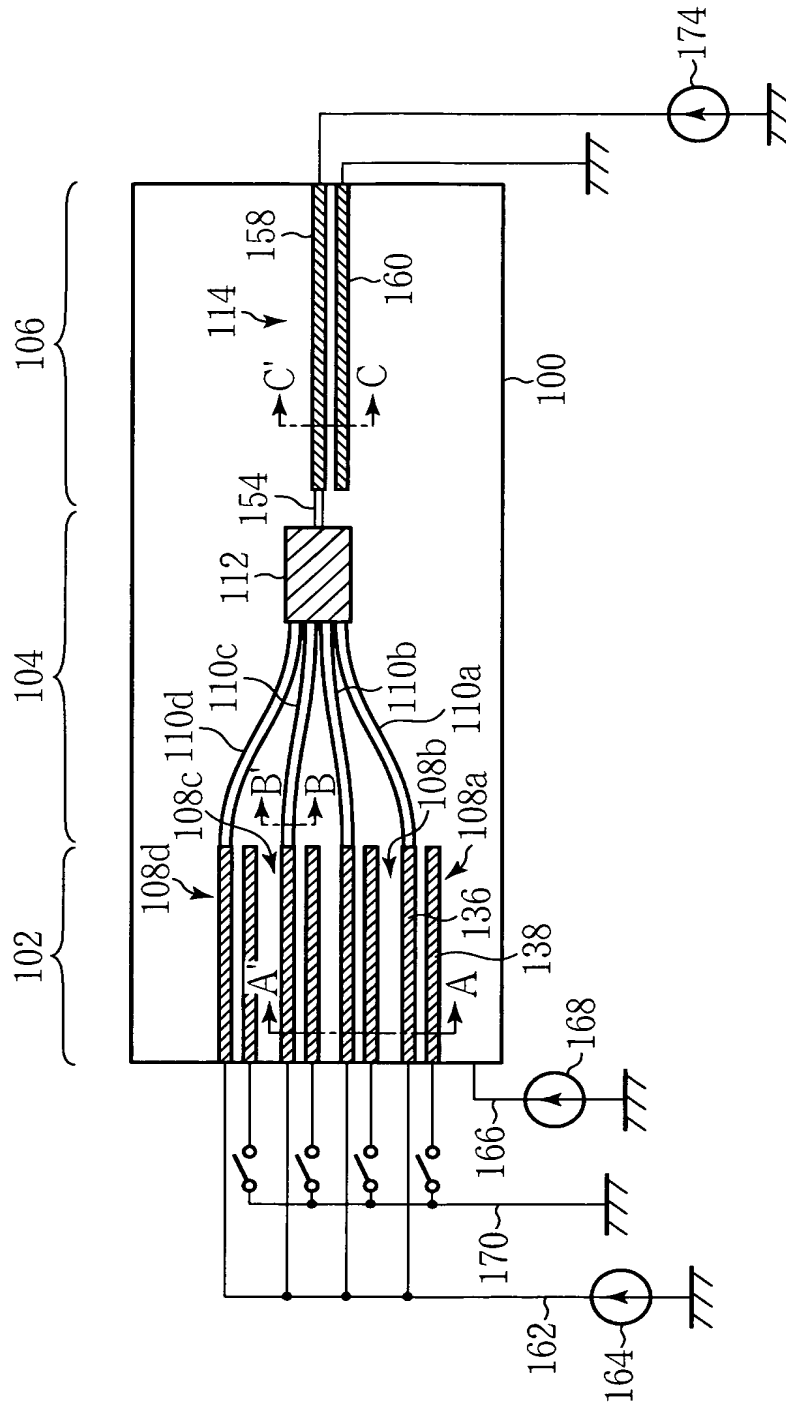
【図 4】

本発明による光半導体装置の原理を説明する図（その1）



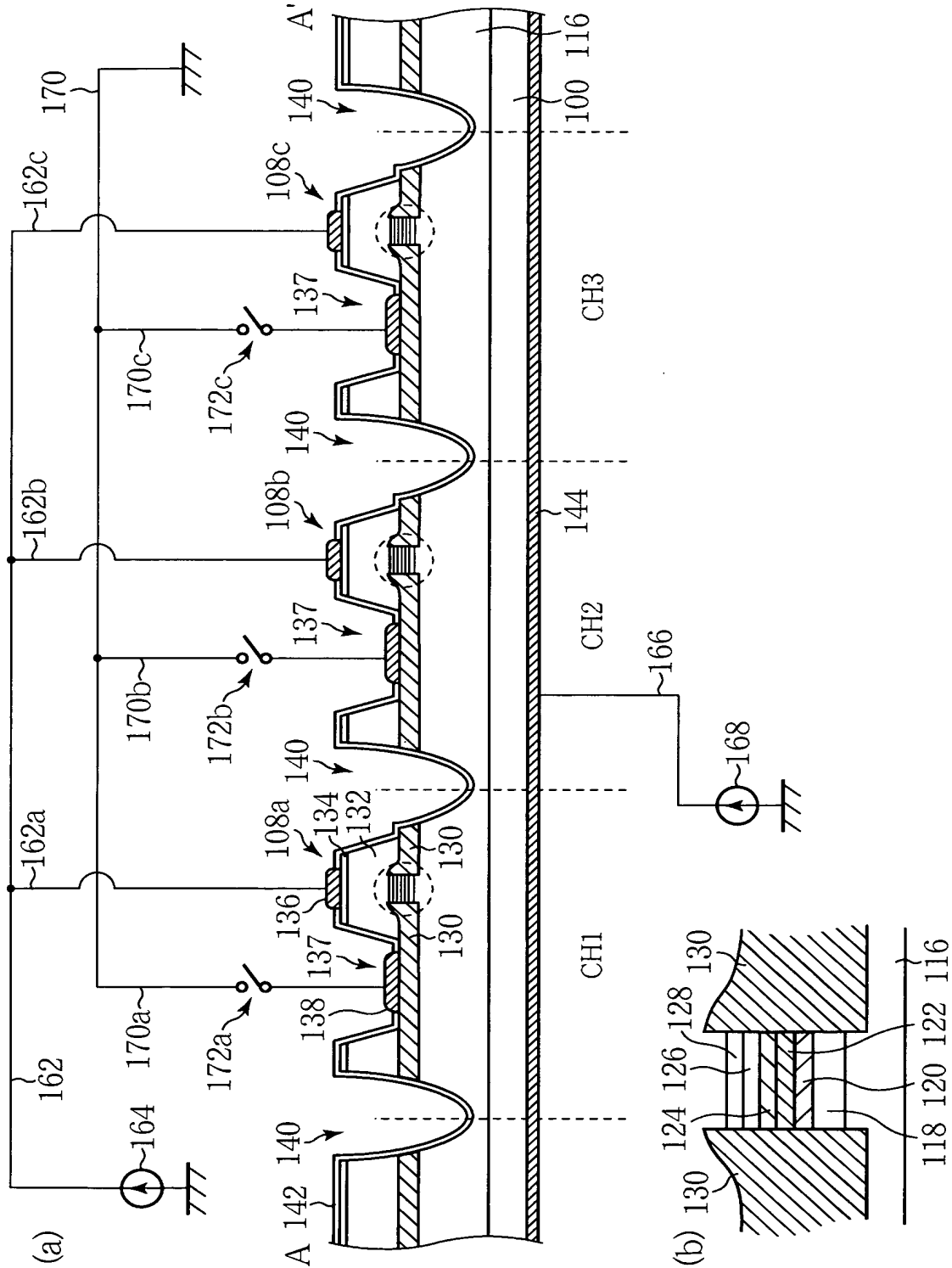
【図 6】

本発明の第1実施形態による光半導体装置の構造を示す上面図



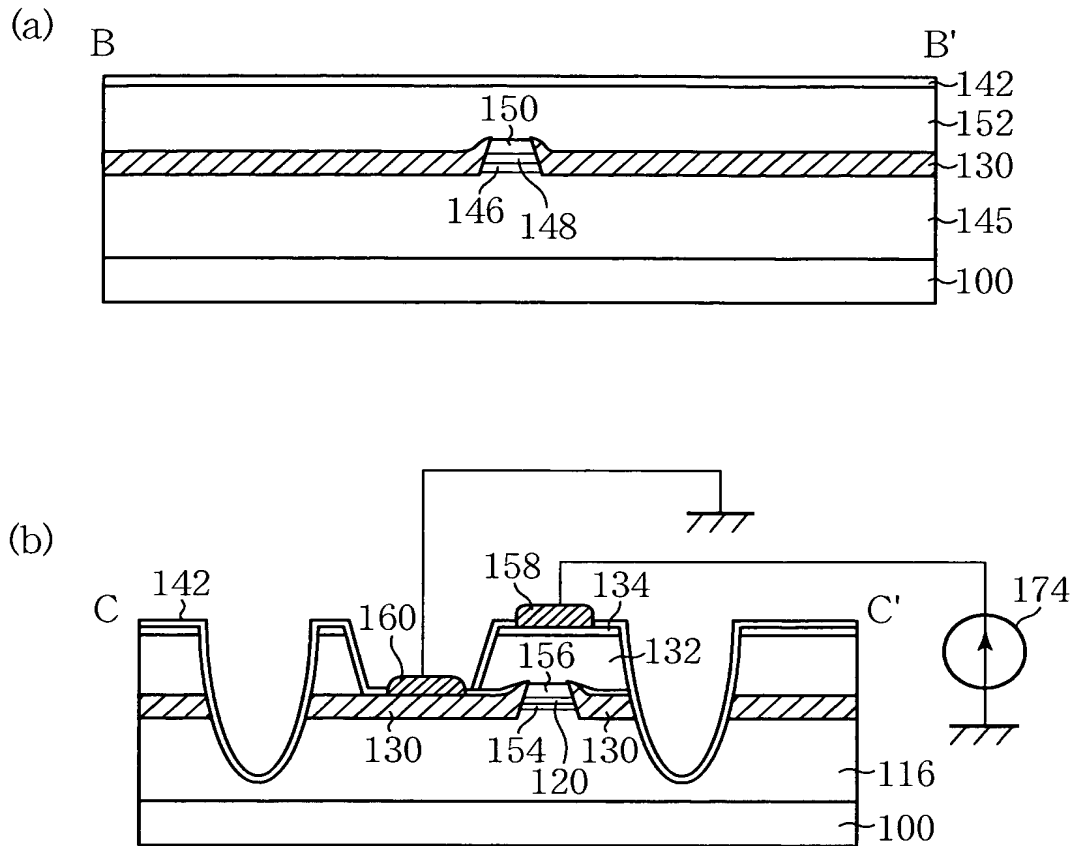
【図 7】

本発明の第1実施形態による光半導体装置の
レーザレイ部の構造及び駆動回路を示す断面図



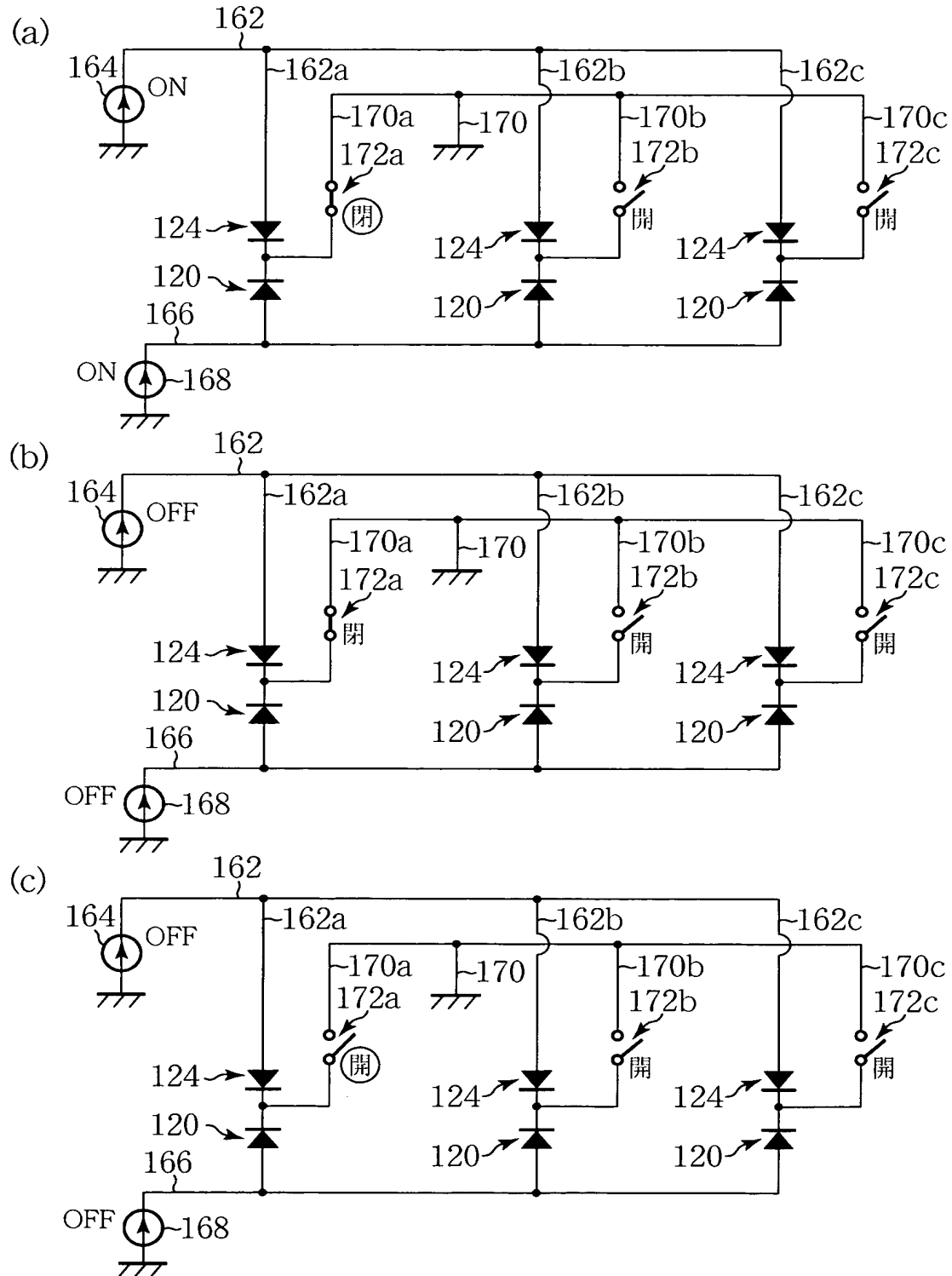
【図 8】

本発明の第1実施形態による光半導体装置の光導波路
及びSOAの構造を示す断面図



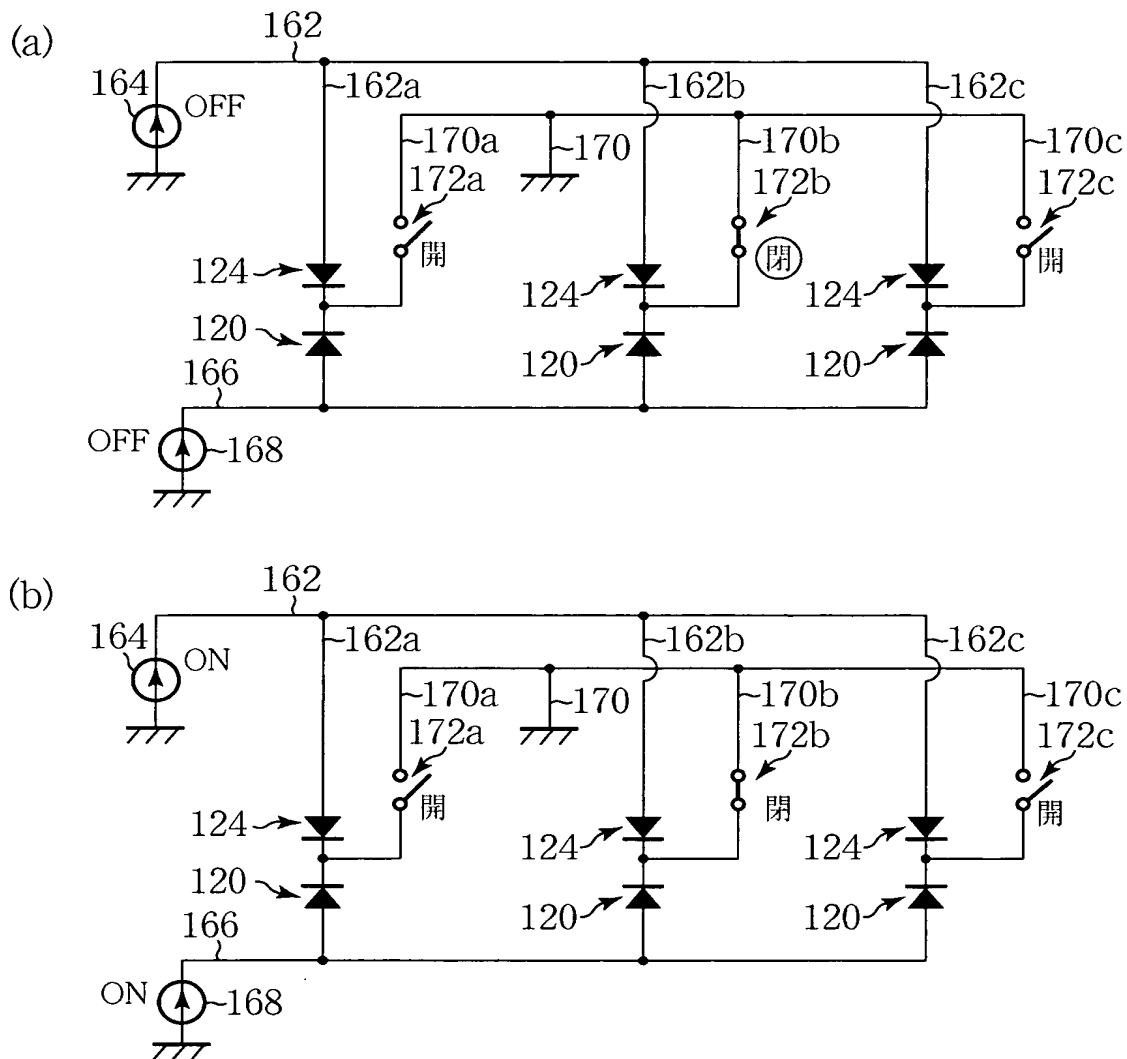
【図 9】

本発明の第1実施形態による光半導体装置の駆動方法を説明する図
(その1)



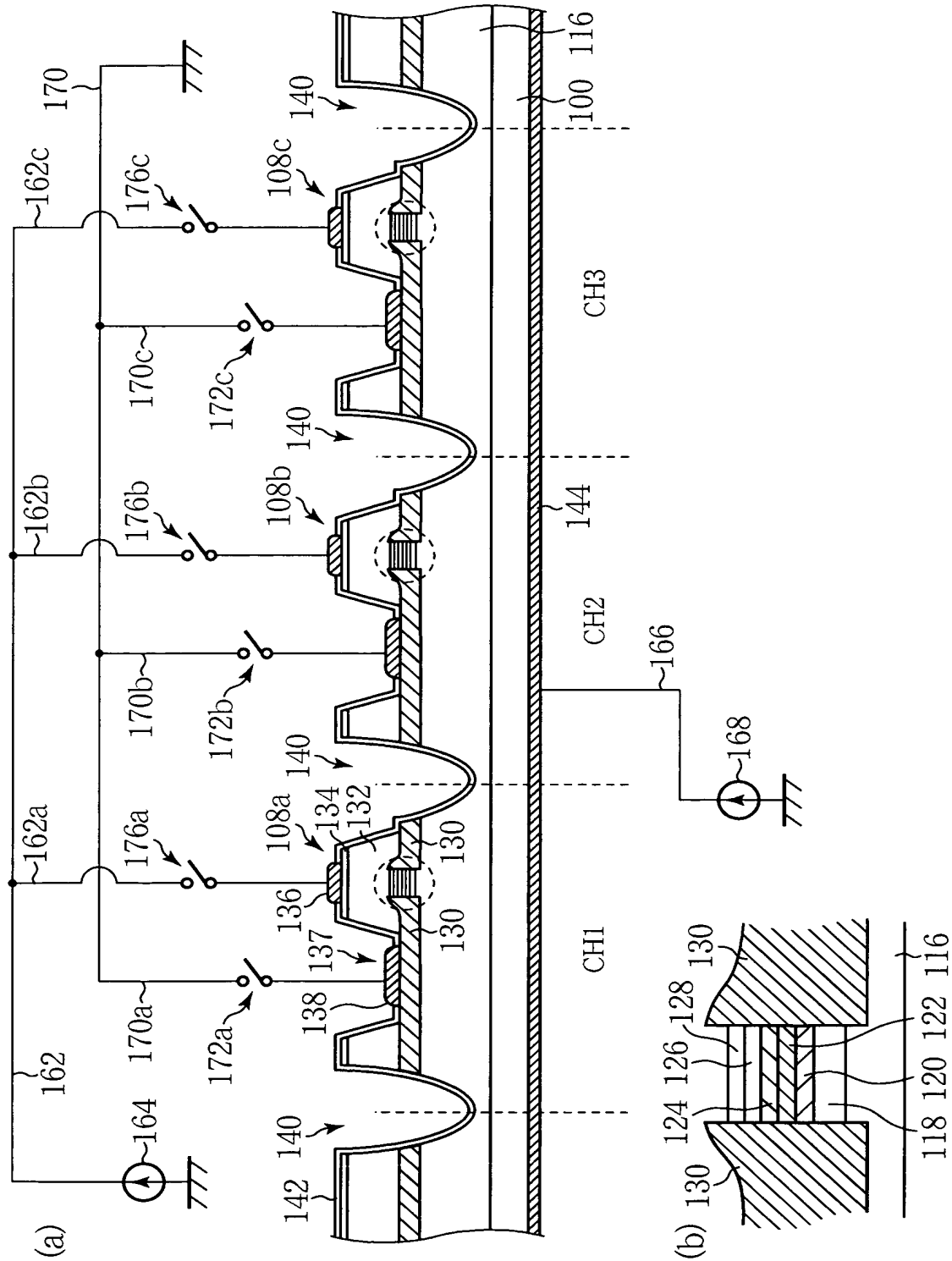
【図 10】

本発明の第1実施形態による光半導体装置の駆動方法を説明する図
(その2)



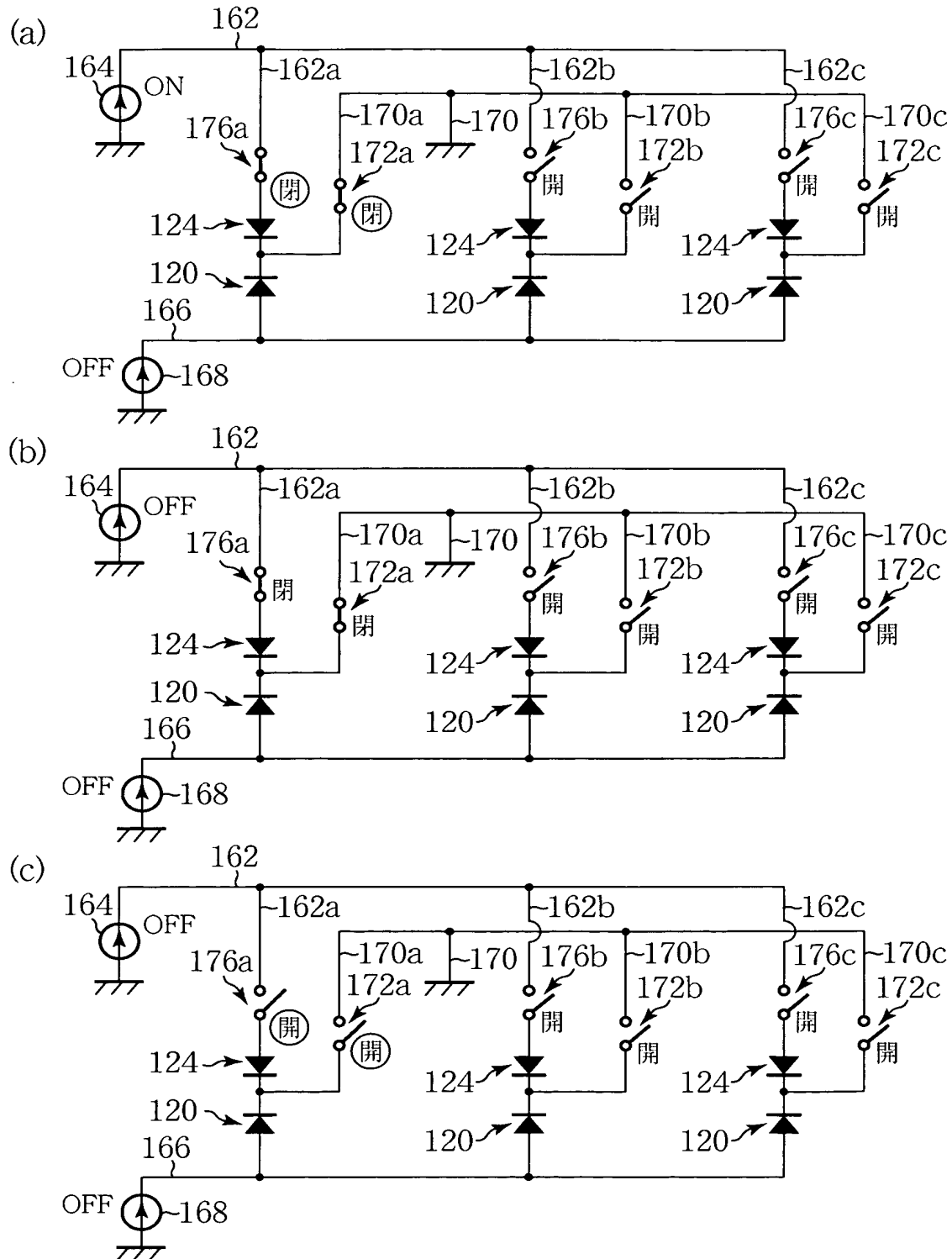
【図 11】

本発明の第2実施形態による光半導体装置の
レーザレイ部の構造及び駆動回路を示す断面図



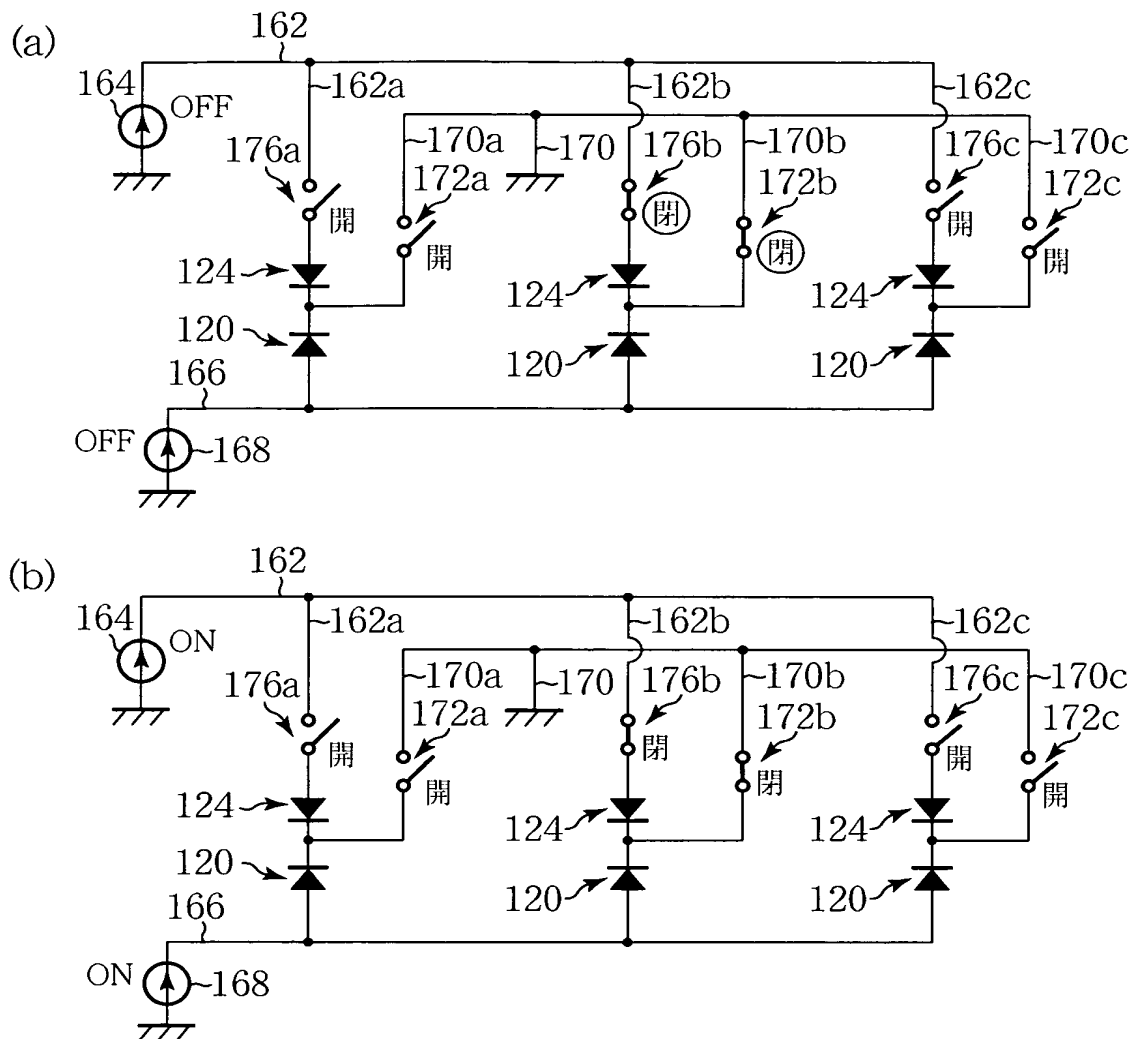
【図 1 2】

本発明の第2実施形態による光半導体装置の駆動方法を説明する図
(その1)



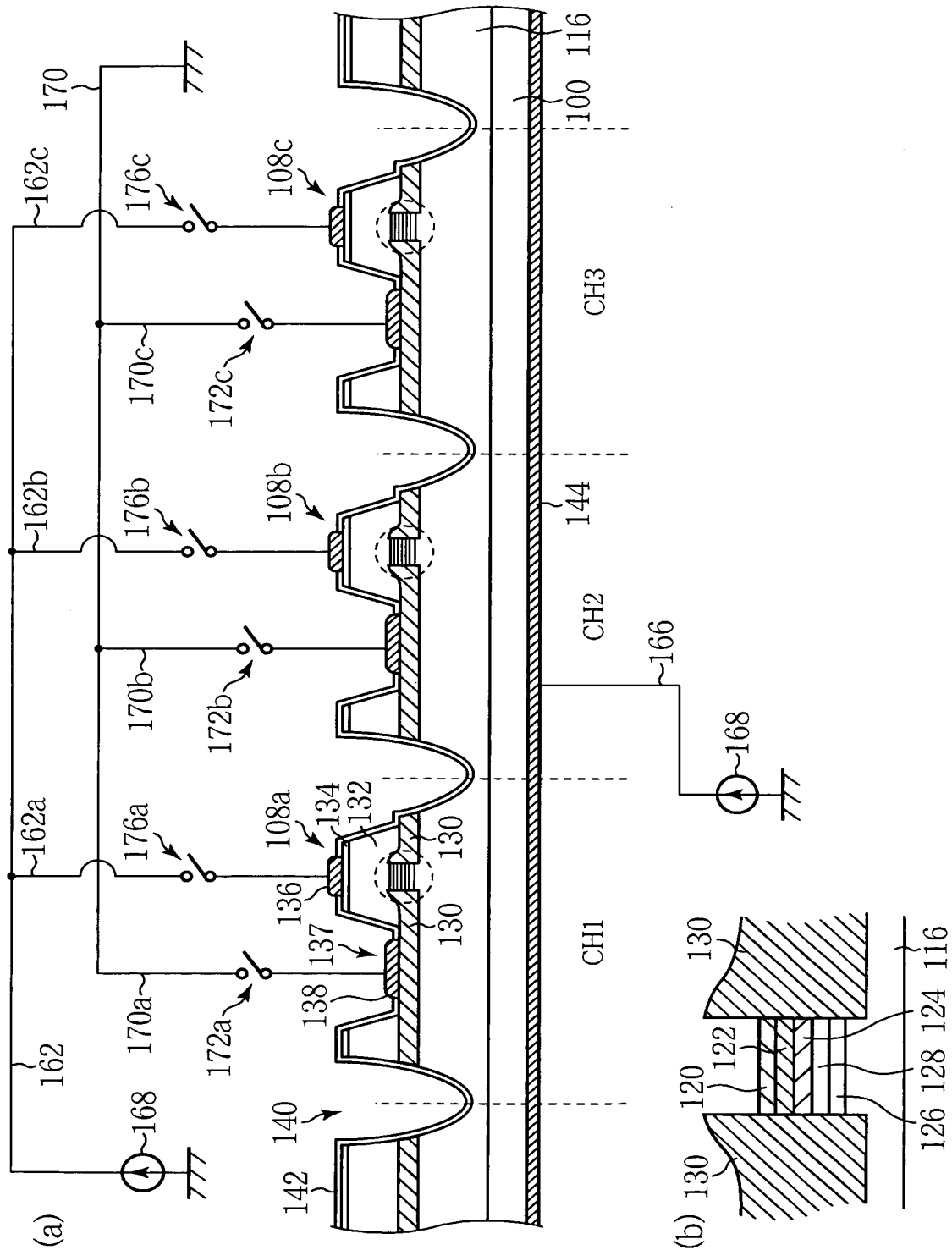
【図 13】

本発明の第2実施形態による光半導体装置の駆動方法を説明する図
(その2)



【図 14】

本発明の第3実施形態による光半導体装置の
レーザレイ部の構造及び駆動回路を示す断面図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 安定動作が可能で、広い波長可変範囲を有するとともに高い光出力を得ることができる光半導体装置及びその駆動方法を提供する。

【解決手段】 半導体基板 1 0 上に形成され、電流注入により光を発生する MQW 活性層 2 0 と、MQW 活性層 2 0 との間に中間層 2 2 を介して形成され、電流注入により発振波長を変化するチューニング層 2 4 と、MQW 活性層 2 0 及びチューニング層 2 4 の近傍に形成された回折格子とを有する複数の TTG-DFB レーザ 7 2 a、7 2 b、7 2 c を備えた光発振部と、MQW 活性層 2 0 又はチューニング層 2 4 に注入された電流を任意の TTG-DFB レーザの中間層 2 2 から選択的に引き出すための駆動切替スイッチ 9 0 a、9 0 b、9 0 c とを有する。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 2 - 3 5 5 2 7 1

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 1 0 1 5 番地

氏 名

富士通株式会社

2 . 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社